

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-301768

(43)Date of publication of application : 28.10.1994

(51)Int.Cl. G06F 15/62

(21)Application number : 05-086477 (71)Applicant : FUJITSU LTD
(22)Date of filing : 13.04.1993 (72)Inventor : IWATA SATOSHI
NIIZAKI TAKU
YOKOYAMA KEN

(54) FINGERPRINT COLLATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the accuracy of positioning at the time of collating fingerprints and to improve fingerprint collation performance.

CONSTITUTION: The fingerprint image of the inputted fingerprint is detected by a fingerprint input means. A pattern direction extraction means 11 extracts the directions of rising line patterns in the respective parts of the input fingerprint image, a specific point extraction means 12 extracts a specific point provided with the overall features of the rising line patterns of the input fingerprint image based on the directions of the rising line patterns in the respective parts of the input fingerprint image and a window image for positioning deciding means 13 decides a window image for positioning including the specific point. Then, by using the window image for the positioning including the specific point, the window image of the registered fingerprint and the inputted fingerprint image are positioned by a fingerprint collation means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

1

2

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

3

1 *** NOTICES ***

2 **JPO and NCIP are not responsible for any**
3 **damages caused by the use of this translation.**

4

5 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original
6 precisely.

7 2. **** shows the word which can not be translated.

8 3. In the drawings, any words are not translated.

9

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A fingerprint input means to detect the inputted fingerprint image of a fingerprint, and a fingerprint registration means to register the aperture image for alignment and the aperture image for collating which were cut down from the input fingerprint image at the time of fingerprint registration, In the fingerprint collation device which has the fingerprint authentication means which compares the fingerprint image inputted as the above-mentioned aperture image for collating after carrying out alignment of the aperture image which used the above-mentioned aperture image for alignment at the time of fingerprint authentication, and was registered into it with the input fingerprint image, and collates a fingerprint A direction extract means of a pattern to extract the direction of the crest pattern in each part of an input fingerprint image (11), A singular point extract means to extract the singular point which has the overall description of the crest pattern of an input fingerprint image based on the direction of the crest pattern in each part of the above-mentioned input fingerprint image (12), Have an aperture image decision means for alignment (13) to determine the aperture image for alignment containing the above-mentioned singular point, and the aperture image for alignment which contains the above-mentioned singular point at the time of fingerprint registration is determined. The fingerprint collation device characterized by performing alignment by registering the above-mentioned aperture image for alignment, and comparing an input fingerprint image with the above-mentioned aperture image for alignment at the time of fingerprint authentication.

[Claim 2] At the time of fingerprint registration, the aperture image for alignment containing said singular point is determined, and said aperture image for alignment is registered. At the time of fingerprint authentication The location of the singular point of the aperture image for alignment by which determines the aperture image for alignment which contains the above-mentioned singular point about the inputted fingerprint image, and registration is carried out [above-mentioned], The fingerprint collation device according to claim 1 characterized by making in agreement the location of the singular point of the aperture image for alignment of the above-mentioned input fingerprint image, and performing alignment.

[Claim 3] Said direction extract means of a pattern (11) is a fingerprint collation device according to claim 1 or 2 which divides an input fingerprint image into two or more square aperture images, searches for the direction of a crest pattern in each aperture image as a discretized direction code, and is characterized by said singular point extract means (12) extracting the singular point based on the direction code of each above-mentioned aperture image.

[Claim 4] Said direction extract means of a pattern (11) is a fingerprint collation device according to claim 3 characterized by calculating the average of the tangential direction of a crest pattern as a direction code.

[Claim 5] Said direction extract means of a pattern (11) is a fingerprint collation device according to claim 3 characterized by calculating the average of the direction of a normal of a crest pattern as a direction code.

[Claim 6] Said singular point extract means (12) is the fingerprint collation device according to claim 3 characterized by to extract the singular point using the neural network who it had the input layer into which the direction code of the crest pattern of each of said aperture image is inputted, and the output layer from which an output level changes a lot in the location corresponding to the singular point, and the data in which the relation between the direction code of each above-mentioned aperture image and the location of the singular point is shown about one or more kinds of fingerprint patterns were taught, and learned.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

TECHNICAL FIELD

[Industrial Application]

[0001] This invention relates to a fingerprint collation device, and relates to the fingerprint collation device especially used for various kinds of access controls.

[0002] In various fields from closing motion of a door to the entry of a workstation, the security management in access is required. Locking and the password of a computer system are important Tours for a security management. However, these may have security simply broken by a copy, and a theft and oblivion.

[0003] Then, the approach using the identification technique using some bodies serves as an important alternative means. A fingerprint authentication technique is an example of this identification technique.

[0004] In the fingerprint collation device using this fingerprint authentication technique, improvement in much more collating engine performance is needed.

PRIOR ART

[Description of the Prior Art]

[0005] In the fingerprint collation device, a fingerprint is changed into image data with an input device, and this fingerprint image data is registered. At the time of collating of a fingerprint, the fingerprint image data inputted as the fingerprint image data registered is collated.

[0006] In a fingerprint collation device, a fingerprint is collated by investigating distribution of the focus of fingerprints, such as the branch point and an endpoint, and coincidence of a configuration at the time of collating of a fingerprint. MUBIINGUWINDO shown in drawing 11 and drawing 12 with the conventional fingerprint collation device, for example -- registration of a fingerprint and collating are performed by law.

[0007] drawing 11 -- conventional MUBIINGUWINDO -- the flow chart which shows the fingerprint registration procedure in law -- it is -- drawing 12 -- conventional MUBIINGUWINDO -- it is the flow chart which shows the fingerprint authentication procedure in law.

[0008] On the occasion of registration of a fingerprint, with an input unit, the fingerprint image

1 which detected and (step 201) detected the fingerprint image is made binary (step 202), and
2 thinning of this fingerprint image made binary is carried out (step 203).
3

4 [0009] The focus (the branch point or endpoint) is extracted from this fingerprint image that
5 carried out thinning (step 204). Two or more fingerprint images containing this extracted focus
6 are cut down as an aperture image by the aperture of predetermined magnitude (step 205).
7

8 [0010] Drawing 13 shows the extract of the focus, and the explanatory view of an aperture. As
9 shown in drawing 13 (A), the focus in the fingerprint image 81 is extracted and the multi-
10 statement of the aperture of the rectangle containing the focus is carried out. Drawing 13 (B) and
11 (C) show the example of the aperture image containing the focus started by the aperture. Drawing
12 13 (B) is the example of an aperture image including the branch point, and drawing 13 (C) is the
13 example of an aperture image including an endpoint.
14

15 [0011] As mentioned above, an aperture image is registered into a fingerprint dictionary, saving
16 the physical relationship of each aperture, after cutting down two or more aperture images
17 containing the focus (step 206).
18

19 [0012] As shown in drawing 12, first, with an input unit, a fingerprint image is detected at the
20 time of collating of a fingerprint (step 211), and it makes binary the detected fingerprint image
21 (step 212).
22

23 [0013] It collates to this fingerprint image made binary using the registered aperture image.
24 Drawing 14 shows the explanatory view of pattern matching by the aperture image and the
25 aperture for alignment of a fingerprint dictionary.
26

27 [0014] As shown in drawing 14 (A), in the fingerprint dictionary, two or more aperture images
28 are registered corresponding to each ID number. One of two or more aperture images registered
29 corresponding to each ID number is set up as an aperture for alignment, and two or more of other
30 aperture images are set up as an aperture for collating. The aperture for alignment is used in order
31 to double the two-dimensional location of the inputted fingerprint image with the aperture image
32 registered. The location (Xi, Yi) of an aperture image and an aperture two-dimensional in each
33 aperture of a fingerprint dictionary is registered.
34

35 [0015] In order to collate a fingerprint, first, the aperture for alignment is scanned on the input
36 fingerprint image 82, and alignment is performed. Under the present circumstances, as shown in
37 drawing 14 (B), the scan of the aperture for alignment is started from the location at the time of
38 registration (X1, Y1), it searches for the point which is in agreement with an aperture image by
39 the curled form scan locus, and the found point is made into a temporary alignment point. (Step
40 213).
41

42 [0016] It judges whether in retrieval of this temporary alignment point, the temporary alignment
43 point was found in the range of the image for which it can look (step 214). it is the fingerprint of
44 human being who is different from his fingerprint registered at step 214 when a temporary
45 alignment point is not found -- judging -- him -- processing at the time of except is performed
46 (step 215), and processing of collating is finished.
47

48 [0017] At step 214, when a temporary alignment point is found, in the temporary alignment point
49 describing above, collating by two or more apertures for collating is processed.
50

51 [0018] In pattern matching by the aperture for collating, the amount of gaps of the location of the

1 temporary alignment point describing above and the location at the time of registration of the
2 aperture for alignment is grasped, and it collates with an input fingerprint image in the location
3 where only this amount of gaps shifted the aperture for collating.

4
5 [0019] In addition, in the case of collating by this aperture for collating, in order to make it
6 correspond to distortion of the fingerprint by the softness of human being's skin etc., only an
7 amount scans the aperture for collating two-dimensional a little, the location corresponding [an
8 image's] is looked for, and pattern matching is performed (step 216).

9
10 [0020] It judges whether the image was in agreement with pattern matching of the above-
11 mentioned aperture for collating (step 217).

12
13 [0021] It judges whether when an image was not in agreement, collating finished with step 217
14 about all the apertures for collating (step 221). Since it is the case where the aperture image
15 beyond a predetermined threshold is not in agreement when collating finishes about all the
16 apertures for collating, in order to move a temporary alignment point and to collate again at step
17 221, it returns to step 213.

18
19 [0022] When collating has finished with step 221 about no apertures for collating, in order to
20 collate again, it returns to step 216 about the aperture for collating next.

21
22 [0023] At step 217, when an image is in agreement, it judges whether the aperture image beyond
23 a predetermined threshold was in agreement (step 218). at step 218, when the aperture image
24 beyond a predetermined threshold is in agreement, it checks that he is him who is registered --
25 having -- him -- processing at the time of a check is performed (step 220), and processing of
26 collating is finished.

27
28 [0024] It judges whether when the aperture image beyond a predetermined threshold was not in
29 agreement, collating finished with step 218 about all the apertures for collating (step 219). When
30 collating has finished with step 219 about no apertures for collating, in order to collate again, it
31 returns to step 216 about the following aperture for collating.

32
33 [0025] Since it is the case where the aperture image beyond a predetermined threshold is not in
34 agreement when collating finishes about all the apertures for collating, in order to move a
35 temporary alignment point and to collate again at step 219, it returns to step 213.

36 37 38 TECHNICAL PROBLEM

39
40 [Problem(s) to be Solved by the Invention]

41 [0026] It is necessary to perform alignment of a registration aperture image and an input
42 fingerprint image first in collating of a fingerprint using the aperture for alignment registered. The
43 precision of the alignment by this aperture for alignment does big effect to a fingerprint
44 authentication result.

45
46 [0027] For example, at the time of registration, if the fingerprint image of the aperture for
47 alignment is distorted, the alignment precision at the time of collating may fall, and the collating

1 engine performance may deteriorate. Moreover, when the false focus (point which mistakes for
2 the description in a thing without the description of a pattern by the damp or wet condition on the
3 front face of a fingerprint, a blemish, etc., and is made in fact) is taken by the aperture for
4 alignment, the collating engine performance deteriorates.

5
6 [0028] In the conventional fingerprint collation device, out of the aperture image containing the
7 focus, one is chosen suitably and it is considering as the aperture image for alignment. For this
8 reason, there is no guarantee containing the focus suitable as an object for collating in which the
9 selected aperture image for alignment cannot receive the effect of distortion of a fingerprint
10 easily. Moreover, the false focus may be chosen as the aperture for alignment.

11
12 [0029] For this reason, in the conventional fingerprint collation device, there is a problem that
13 collating may take time amount or an error may arise in collating.

14
15 [0030] This invention aims at offering the fingerprint collation device which was made in view of
16 the above-mentioned point, can raise the precision of alignment, and can raise the engine
17 performance of fingerprint authentication.

18
19
20

MEANS

21
22 [Means for Solving the Problem]
23

24 [0031] Drawing 1 shows the principle block diagram of this invention. A fingerprint input means
25 to detect the fingerprint image of a fingerprint into which invention of claim 1 was inputted, A
26 fingerprint registration means to register the aperture image for alignment and the aperture image
27 for collating which were cut down from the input fingerprint image at the time of fingerprint
28 registration, In the fingerprint collation device which has the fingerprint authentication means
29 which compares the fingerprint image inputted as the above-mentioned aperture image for
30 collating after carrying out alignment of the aperture image which used the above-mentioned
31 aperture image for alignment at the time of fingerprint authentication, and was registered into it
32 with the input fingerprint image, and collates a fingerprint A direction extract means 11 of a
33 pattern to extract the direction of the crest pattern in each part of an input fingerprint image, A
34 singular point extract means 12 to extract the singular point which has the overall description of
35 the crest pattern of an input fingerprint image based on the direction of the crest pattern in each
36 part of the above-mentioned input fingerprint image, Have an aperture image decision means 13
37 for alignment to determine the aperture image for alignment containing the above-mentioned
38 singular point, and the aperture image for alignment which contains the above-mentioned singular
39 point at the time of fingerprint registration is determined. The above-mentioned aperture image
40 for alignment is registered, and it considers as the configuration which performs alignment by
41 comparing an input fingerprint image with the above-mentioned aperture image for alignment at
42 the time of fingerprint authentication.

43
44 [0032] The aperture image for alignment containing said singular point determines at the time of
45 fingerprint registration, said aperture image for alignment registers, and determine the aperture

1 image for alignment which contains the above-mentioned singular point about the inputted
2 fingerprint image, make in agreement the location of the singular point of the aperture image for
3 alignment by which registration is carried out [above-mentioned], and the location of the
4 singular point of the aperture image for alignment of the above-mentioned input fingerprint image
5 at the time of fingerprint authentication, and alignment performs in invention of claim 2.
6

7 [0033] In invention of claim 3, said direction extract means 11 of a pattern divides an input
8 fingerprint image into two or more square aperture images, the direction of a crest pattern in each
9 aperture image is searched for as a discretized direction code, and said singular point extract
10 means 12 extracts the singular point based on the direction code of each above-mentioned
11 aperture image.
12

13 [0034] Said singular point extract means 12 is equipped with the input layer into which the
14 direction code of the crest pattern of each of said aperture image is inputted, and the output layer
15 from which an output level changes a lot in the location corresponding to the singular point, and
16 extracts the singular point in invention of claim 6 using the neural network who the data in which
17 the relation between the direction code of each above-mentioned aperture image and the location
18 of the singular point is shown were taught, and learned about one or more kinds of fingerprint
19 patterns.

20 21 22 OPERATION

23 24 [Function]

25
26 [0035] In invention of claim 1, the singular point of a fingerprint image is extracted and
27 alignment of the fingerprint image inputted as the aperture image of the fingerprint registered is
28 performed using the aperture image for alignment containing the singular point of a fingerprint
29 image. For this reason, it makes it possible to raise the precision of alignment and to raise the
30 collating engine performance.
31

32 [0036] In invention of claim 2, the location of the singular point of said aperture image for
33 alignment registered and the location of the singular point of the aperture image for alignment
34 determined from the input fingerprint image at the time of collating are made in agreement, and
35 alignment is performed. For this reason, it makes it possible to raise the precision of alignment
36 and to shorten alignment time amount.
37

38 [0037] In invention of claim 3, two or more aperture images divide an input fingerprint image,
39 and the singular point is extracted from the direction of the crest pattern in each aperture image.
40 For this reason, it is accurate and makes it possible to extract the singular point.
41

42 [0038] In invention of claim 6, the singular point is extracted using the neural network who the
43 data in which the relation between the direction code of each aperture image about one or more
44 kinds of fingerprint patterns and the location of the singular point is shown were taught, and
45 learned. For this reason, it makes it possible to be accurate and to extract the singular point about
46 various kinds of fingerprint patterns, for a short time.
47

EXAMPLE

[Example]

[0039] Drawing 2 shows the block diagram of the fingerprint collation device of one example of this invention. The input device which inputs a fingerprint consists of A/D converter 22 which changes the fingerprint sensor 21 and a fingerprint image into digital data. Moreover, it has the ten key 23 which inputs the operator guidance of a fingerprint collation device etc.

[0040] Registration/collating section 24 which performs registration of a fingerprint and collating is equipped with the binary memory 29 which stores the binary image made binary by CPU (central processing unit) 26 which controls the whole collating unit, such as fingerprint registration processing and fingerprint authentication processing, the frame memory 27 which stores the fingerprint image inputted by the input unit, the binary-ized circuit 28 which makes an input fingerprint image binary, and the binary-ized circuit. Moreover, it has the comparator circuit [image / a registration fingerprint image and / input fingerprint / the time of fingerprint authentication] 31, and the buffer 30 for collating which stores the input fingerprint image at the time of collating.

[0041] Moreover, the ten key 23 is connected to the bus 33 of registration/collating section 24 through the interface circuitry 25. Moreover, the control signal according to a collating result is outputted through an interface circuitry 32. For example, when carrying out the security management of door closing motion with this fingerprint collation device, control of a door lock is performed by this control signal.

[0042] Drawing 3 shows the explanatory view of an example of the fingerprint sensor 21. By the fingerprint sensor 21, LED43 of the light source and CCD44 which detects the light corresponding to a fingerprint are carried on the circuit board 42. Moreover, it has the mirror 48 which reflects in CCD44 the light from a lens 47 and a lens 47 which condenses the light reflected by the mirror 46 with which the end of the transparent flat-surface glass plate 45 which presses a finger 41, and the flat-surface glass plate 45 was equipped, and the mirror 46.

[0043] Although heights will contact if a finger 41 is pressed against flat-surface glass 45, a crevice does not contact. If light is irradiated from LED43, a front face and inside a finger 41, it will reflect and light will be scattered on the flat surface which pressed the finger 41 through flat-surface glass 45. In order to carry out [be / it / under / air / passing] incidence of the scattered light from the crevice of a finger 41 to the flat-surface glass plate 45 once, it does not have the component which carries out total reflection of the inside of the flat-surface glass plate 45, and spreads it.

[0044] On the other hand, incidence of the reflected light and the scattered light from heights of a finger 41 is carried out as a spherical wave into the direct flat-surface glass plate 45 from a finger 41, and the part satisfies the total reflection conditions in the inside of the flat-surface glass plate 45, and they carry out total reflection in the flat-surface glass plate 45. It is reflected by the mirror 46 and incidence of this light that carried out total reflection is carried out to CCD44 through a lens 47 and a mirror 48.

1
2 [0045] The picture signal of the crest pattern of a finger 41 can be acquired by CCD44 as
3 mentioned above.

4
5 [0046] Next, the registration and collating of a fingerprint in this example are explained. Drawing
6 4 is a flow chart which shows the fingerprint registration procedure in one example of this
7 invention. Moreover, drawing 5 is a flow chart which shows the fingerprint authentication
8 procedure in one example of this invention. Moreover, drawing 6 is a flow chart which shows the
9 procedure of the aperture decision for alignment in one example of this invention. Processing of
10 the aperture decision for alignment shown in drawing 6 is performed at step 104 at the time of
11 registration of drawing 4 , and step 113 at the time of collating of drawing 5 .
12

13 [0047] In this example, the big description is in processing of the aperture decision for alignment
14 shown in drawing 6 . Below, processing of the aperture decision for alignment in this example is
15 explained.
16

17 [0048] Drawing 7 shows the explanatory view of the model of a fingerprint pattern. There are
18 various kinds of patterns among the fingerprint patterns, and drawing 7 shows the typical
19 example of this fingerprint pattern to them. Drawing 7 (A) and (C) are the patterns of a whirl
20 fingerprint, and drawing 7 (B) and (D) are the patterns of a flow fingerprint.
21

22 [0049] In a fingerprint pattern, the one or more singular points surely exist. The singular point
23 points out the clinch point of the part in which other patterns do not exist within a closed curve
24 pattern, and the pattern which does not sandwich other crest patterns among flow fingerprints
25 with a whirl fingerprint. At drawing 7 , it is singular point P1 -P5 with each pattern. It is shown.
26 With the pattern of the drawing 7 (C) whirl fingerprint, it is the two singular points P3 and P4. It
27 exists.
28

29 [0050] This singular point is not the local description of a fingerprint but the overall description
30 of a fingerprint, and is the description which clarified extremely. For this reason, by using the
31 aperture image containing this singular point as an aperture for alignment, the precision of
32 alignment can be raised and the collating engine performance can be raised.
33

34 [0051] In the fingerprint collation device of this example, in the aperture decision processing for
35 alignment, this singular point is extracted and the aperture for alignment containing the singular
36 point is determined.
37

38 [0052] Next, the approach of detection of the singular point is explained. Detection of the above-
39 mentioned singular point is impossible by scuttle method which is used for detection of the
40 conventional focus. The singular point of a fingerprint has the close relation to the direction of the
41 crest pattern in each part of the singular point circumference. Therefore, it can ask for the location
42 of the singular point by investigating the direction of the crest pattern of surrounding each part of
43 the singular point.
44

45 [0053] Drawing 8 shows the explanatory view of the relation of the singular point of the direction
46 of a crest, and a fingerprint. Here, it explains by the case where the curvature of a crest pattern is
47 observed. The fingerprint image 51 shown in drawing 8 is the example of the pattern of a flow
48 fingerprint, and is the singular point PC near a core. It exists. As shown in drawing 8 , the
49 singular point of a fingerprint is a point that the curvature of a crest pattern becomes max, in
50 many cases. Moreover, also when curvature is not max, it becomes a point with the unique
51 curvature of a crest pattern.

1
2 [0054] The location of the singular point of a fingerprint has the close relation to the curvature of
3 the crest pattern of the singular point circumference. Moreover, change of the curvature of a crest
4 pattern is continuation mostly according to a location. For example, supposing crest spacing is
5 almost fixed, it can consider that change of the curvature for two points which separated changes
6 continuously on the line for the two points. Therefore, it can ask for the location of the singular
7 point by asking for the curvature of the crest pattern of the singular point circumference from the
8 direction of the crest pattern in each part of the singular point circumference.
9

10 [0055] In this example, two or more surrounding aperture images of the neighborhood considered
11 that there is the singular point are taken, and the direction of a crest pattern is investigated about
12 each aperture image. It asks for the singular point from the direction of the crest pattern of each of
13 this aperture image.
14

15 [0056] As a direction of a crest pattern, the normal and tangent of a crest can be used, for
16 example. Here, the normal of a crest is used. At the example of drawing 8, they are the normal
17 VK of the image of Aperture k, the normal VL of the image of Aperture L, and the normal VM of
18 the image of Aperture M. It is shown. Moreover, the singular point PC for which it should ask
19 The included aperture is Aperture C.
20

21 [0057] Next, the aperture decision procedure for alignment is explained to drawing 6 along with a
22 flow chart. In addition, the direction extract means of a pattern consists of step 131 - step 134 by
23 drawing 6, a singular point extract means is step 134, and the aperture image decision means for
24 alignment is step 135.
25

26 [0058] First, two or more direction apertures for determining the aperture for alignment are set up
27 about the fingerprint image to register. Drawing 9 shows the explanatory view of a direction
28 aperture and a direction code. As shown in drawing 9 (A), the direction aperture which consists of
29 two or more apertures in every direction is set up to the fingerprint image 61. In the example of
30 drawing 9, the direction aperture of every direction 6x6 is set up. The direction of a crest pattern
31 makes this direction aperture sufficiently small magnitude to the rate of changing with locations.
32 In addition, each direction aperture is numbered sequentially from 1 (step 131).
33

34 [0059] Next, the direction of a crest pattern is extracted in each direction aperture. The normal of
35 a crest is used as a direction of a crest pattern (step 132). Next, it codes, the direction of a normal,
36 i.e., direction, of a crest pattern of each direction aperture for which it asked at step 132. As the
37 approach of coding of the direction of a normal, although various kinds of approaches can be
38 considered, the direction of a normal is transposed to the direction code corresponding to an
39 include angle here. Drawing 9 (B) shows the approach of coding of this direction of a normal. As
40 shown in drawing 9 (B), the direction of a normal is changed into eight kinds of direction codes
41 for every 22.5 degrees.
42

43 [0060] In addition, you may ask from whenever [correlation], for example, using eight direction
44 masks as the extract approach of the direction of a crest pattern.
45

46 [0061] In the example of drawing 9 (A), the code 6 corresponding to the direction of a normal is
47 obtained by the direction aperture 1, and the code 7 corresponding to the direction of a normal is
48 obtained by the direction aperture 2 (step 133).
49

50 [0062] Next, using the direction code in each direction aperture for which it asked at step 133, the
51 singular point, i.e., the maximum curvature point, is extracted, and it asks for the location. From

1 the direction code in each direction aperture of the singular point circumference, there are various
2 kinds of approaches as an approach of asking for the location of the singular point.

3
4 [0063] for example, the direction code which stores beforehand the data in which the
5 correspondence relation between the direction code of each part of the singular point
6 circumference and a singular point location is shown about various kinds of fingerprint patterns,
7 and was obtained from each direction aperture using the direction code stored beforehand and the
8 correspondence-related data of a singular point location at the time of actual fingerprint
9 registration -- a case -- dividing -- carrying out -- the singular point -- it can ask . However, by the
10 above-mentioned approach, in many cases, a division is required and there is a fault which
11 requires the processing time.

12
13 [0064] In this example, although it asks for the singular point from the direction code of each
14 direction aperture of this singular point circumference, a neural network is used. Drawing 10
15 shows a neural network's explanatory view used for the maximum curvature point sampling. In
16 the neural network of this example, the input layer 71 which inputs a direction code, and the
17 output layer 73 the bit of the location corresponding to a singular point location stands were
18 formed, and the interlayer 72 is formed.

19
20 [0065] About various kinds of fingerprint patterns as shown in drawing 7, it asks for the data in
21 which the direction code in each part of the singular point circumference and the relation of a
22 singular point location are shown beforehand. The data of the above-mentioned direction code
23 and the relation of a singular point location are taught, and a neural network's weight etc. is made
24 to learn in study of a neural network. This study can show [the neural network of drawing 10]
25 the singular point now surely about various kinds of fingerprint patterns.

26
27 [0066] As shown in drawing 10 , the input layer 71 is equipped with the severalNs [of a direction
28 aperture] input unit corresponding to each direction aperture. Moreover, the output layer 73 is
29 equipped with the severalNs [of a direction aperture] output unit corresponding to each direction
30 aperture.

31
32 [0067] The direction code in each direction aperture obtained at step 133 is inputted into a neural
33 network's input layer 71. Thereby, in a neural network's output layer 73, a bit 1 stands by the
34 output unit corresponding to the maximum curvature point. Thus, the maximum curvature point,
35 i.e., the singular point, can be extracted from the direction code of each aperture. Since the neural
36 network is used, in a mere case, extract processing of this singular point can be performed at high
37 speed compared with the approach by division.

38
39 [0068] Next, the aperture for alignment including the maximum curvature point searched for at
40 step 134, i.e., the singular point, is determined. Let the aperture for alignment be the magnitude
41 which can collate appropriately. In addition, as long as the aperture for alignment has set the
42 direction aperture as suitable magnitude, the direction aperture containing the singular point
43 extracted at step 134 may be used for it as it is (step 135).

44
45 [0069] In addition, in the output layer 73, a bit can stand on two or more direction apertures
46 depending on the case. In this case, even if it uses two or more apertures for alignment, it is
47 possible to collate, even if it uses a single aperture.

48
49 [0070] Moreover, each unit of the output layer 73 is good also as what is not restricted to what
50 outputs a binary signal, but outputs the signal of a multiple value. In this case, a unit with the
51 largest fluctuation of an output level corresponds to a singular point location.

1
2 [0071] Next, along with drawing 4, the fingerprint registration procedure in this example is
3 explained. On the occasion of registration of a fingerprint, with an input unit, the fingerprint
4 image which detected and (step 101) detected the fingerprint image is made binary (step 102),
5 and thinning of this fingerprint image made binary is carried out (step 103).
6
7 [0072] Next, aperture decision processing for alignment in which it explained by drawing 6 is
8 performed to this fingerprint image that carried out thinning (step 104).
9
10 [0073] Next, the focus (the branch point or endpoint) is extracted from the fingerprint image
11 which carried out thinning. (Step 105) . From the fingerprint image containing this focus, the
12 multi-statement of the surrounding aperture for collating of the alignment aperture for which it
13 asked at step 104 is carried out (step 106).
14
15 [0074] As mentioned above, the aperture image of an alignment aperture and the aperture for
16 collating and the location of an aperture are registered into a fingerprint dictionary, saving the
17 physical relationship of each aperture, after setting up two or more apertures containing the focus
18 (step 107).
19
20 [0075] Next, the fingerprint authentication procedure in this example is met and explained to
21 drawing 5 . As shown in drawing 5, first, with an input unit, a fingerprint image is detected at the
22 time of collating of a fingerprint (step 111), and it makes binary the detected fingerprint image
23 (step 112).
24
25 [0076] It collates to this fingerprint image made binary using the registered aperture image. In
26 order to collate a fingerprint, the aperture for alignment performs alignment of the fingerprint
27 image inputted as the registration fingerprint image.
28
29 [0077] For this reason, aperture decision processing for alignment at the time of the registration
30 shown in drawing 6 and same processing are performed to the inputted fingerprint image, and the
31 aperture for alignment of an input fingerprint image is determined. Alignment can do the singular
32 point location of the aperture for alignment of this input fingerprint image by making it in
33 agreement with the singular point location of the aperture for alignment of the fingerprint image
34 registered. Since the singular point is the overall description of a fingerprint image, it can do
35 alignment in a high precision. Moreover, unlike the conventional approach shown in drawing 12 ,
36 since the scan of an alignment aperture is unnecessary, the time amount of alignment can be
37 shortened.
38
39 [0078] In addition, at the time of collating, the aperture for alignment registered may be scanned
40 to an input fingerprint image like the conventional approach, without performing processing
41 which determines the aperture for alignment of an input fingerprint image, and alignment may be
42 performed. Even in this case, since the aperture for alignment contains the singular point,
43 compared with the conventional approach, alignment is made in a high precision.
44
45 [0079] In this example, since alignment precision is high, after performing the above-mentioned
46 alignment, it is not necessary to perform alignment again (step 113).
47
48 [0080] Next, in the alignment point acquired at step 113, collating by two or more apertures for
49 collating of the singular point circumference is processed.
50
51 [0081] In pattern matching by the aperture for collating, the amount of gaps of the location of the

1 alignment point describing above and the location at the time of registration of the aperture for
2 alignment is grasped, and it collates with an input fingerprint image in the location where only
3 this amount of gaps shifted the aperture for collating.

4
5 [0082] In addition, in the case of collating by this aperture for collating, in order to make it
6 correspond to distortion of the fingerprint by the softness of human being's skin etc., only an
7 amount scans the aperture for collating two-dimensional a little, the location corresponding [an
8 image's] is looked for, and pattern matching is performed (step 114).

9
10 [0083] It judges whether the image was in agreement with pattern matching of the above-
11 mentioned aperture for collating (step 115).

12
13 [0084] It judges whether when an image was not in agreement, collating finished with step 115
14 about all the apertures for collating (step 120). him who is registered since it is the case where the
15 aperture image beyond a predetermined threshold is not in agreement when collating finishes
16 with step 120 about all the apertures for collating -- it is judged that it is except -- having -- him --
17 processing at the time of except is performed (step 119), and processing of collating is finished.

18
19 [0085] When collating has finished with step 120 about no apertures for collating, in order to
20 collate again, it returns to step 114 about the following aperture for collating.

21
22 [0086] At step 115, when an image is in agreement, it judges whether the aperture image beyond
23 a predetermined threshold was in agreement (step 116). at step 116, when the aperture image
24 beyond a predetermined threshold is in agreement, it checks that he is him who is registered --
25 having -- him -- processing at the time of a check is performed (step 118), and processing of
26 collating is finished.

27
28 [0087] It judges whether when the aperture image beyond a predetermined threshold was not in
29 agreement, collating finished with step 116 about all the apertures for collating (step 117). When
30 collating has finished with step 117 about no apertures for collating, in order to collate again, it
31 returns to step 114 about the following aperture for collating.

32
33 [0088] him who is registered since it is the case where the aperture image beyond a
34 predetermined threshold is not in agreement when collating finishes with step 117 about all the
35 apertures for collating -- it is judged that it is except -- having -- him -- processing at the time of
36 except is performed (step 119), and processing of collating is finished.

37
38 [0089] As mentioned above, in this example, the aperture for alignment in which any fingerprint
39 patterns contain the singular point can be determined, and alignment of the fingerprint image
40 inputted as the aperture image of the fingerprint registered is performed using the aperture for
41 alignment containing this singular point. For this reason, compared with the conventional
42 fingerprint collation device, the alignment precision at the time of fingerprint authentication can
43 be raised, and the collating engine performance of a fingerprint can be raised.

EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention]

[0090] According to invention of claim 1, the singular point of a fingerprint image is extracted like ****, and in order to perform alignment of the fingerprint image inputted as the aperture image of the fingerprint registered using the aperture image for alignment containing the singular point of a fingerprint image, it has the features which can raise the precision of alignment and can raise the collating engine performance.

[0091] Since according to invention of claim 2 the location of the singular point of said aperture image for alignment registered and the location of the singular point of the aperture image for alignment determined from the input fingerprint image at the time of collating are made in agreement and alignment is performed, the precision of alignment can be raised and alignment time amount can be shortened.

[0092] Since according to invention of claim 3 two or more aperture images divide an input fingerprint image and the singular point is extracted from the direction of the crest pattern in each aperture image, it is accurate and the singular point used for the decision of the aperture image for alignment can be extracted.

[0093] Since the singular point is extracted using the neural network who the data in which the relation between the direction code of each aperture image about one or more kinds of fingerprint patterns and the location of the singular point is shown were taught, and learned according to invention of claim 6, about various kinds of fingerprint patterns, it is accurate and the singular point used for the decision of the aperture image for alignment can be extracted in a short time.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the principle block diagram of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the fingerprint collation device of one example of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view of an example of a fingerprint sensor.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the fingerprint registration procedure in one example of this invention.

1
2 [Drawing 5] It is the flow chart which shows the fingerprint authentication procedure in one
3 example of this invention.
4
5 [Drawing 6] It is the flow chart which shows the procedure of the aperture decision for alignment
6 in this invention 1 example.
7
8 [Drawing 7] It is the explanatory view of the model of a fingerprint pattern.
9
10 [Drawing 8] It is the explanatory view of the relation of the singular point of the direction of a
11 crest, and a fingerprint.
12
13 [Drawing 9] It is the explanatory view of a direction aperture and a direction code.
14
15 [Drawing 10] It is a neural network's explanatory view used for the maximum curvature point
16 sampling.
17
18 [Drawing 11] It is the flow chart which shows the fingerprint registration procedure in the
19 conventional MUBIINGUWINDO method.
20
21 [Drawing 12] It is the flow chart which shows the fingerprint authentication procedure in the
22 conventional MUBIINGUWINDO method.
23
24 [Drawing 13] They are the extract of the fingerprint focus, and the explanatory view of an
25 aperture.
26
27 [Drawing 14] It is the explanatory view of pattern matching by the aperture image and alignment
28 aperture of a fingerprint dictionary.
29
30 [Description of Notations]
31
32 11 The Direction Extract Means of Pattern
33 12 Singular Point Extract Means
34 13 Aperture Image Decision Means for Alignment
35 21 Fingerprint Sensor
36 22 A/D Converter
37 23 Ten Key
38 24 Registration/Collating Section
39 25 32 Interface circuitry
40 26 CPU
41 27 Frame Memory
42 28 Binary-ized Circuit
43 29 Binary Memory
44 30 Buffer for Collating
45 31 Comparator Circuit
46 33 Bus
47 42 Circuit Board
48 43 LED
49 44 CCD
50 45 flat-surface glass plate
51 46 48 Mirror

- 1 47 Lens
- 2 71 Input Layer
- 3 72 Interlayer
- 4 73 Output Layer

5

6

7

1

2

3

4

5

6

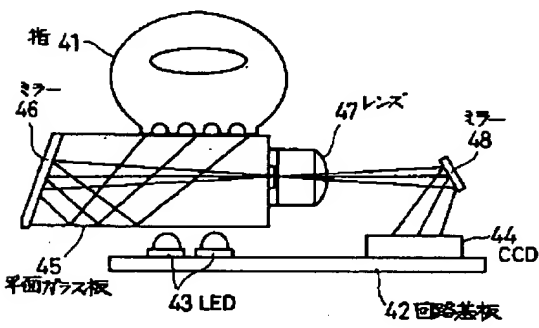
7

DRAWINGS

[Drawing 3]

指紋センサの一例の説明図

21



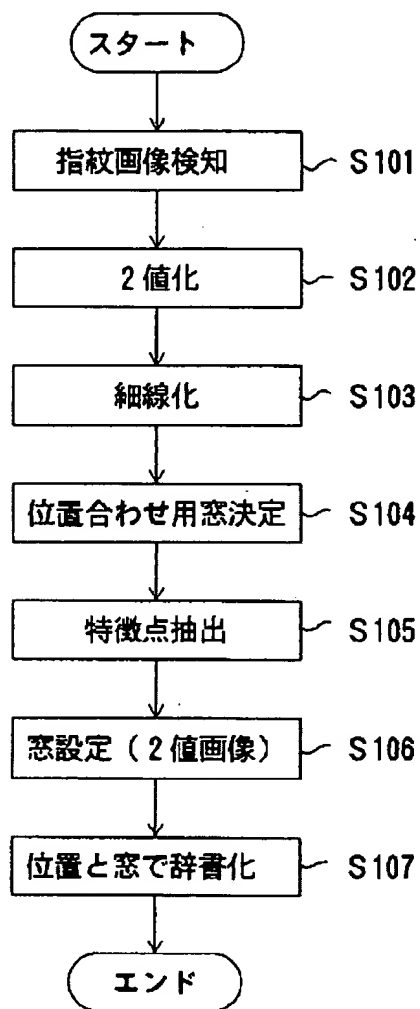
8

9

10

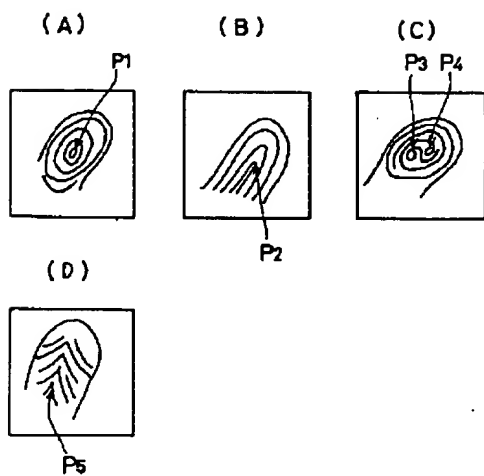
11

- 1 [Drawing 4]
本発明の一実施例における指紋登録手順を
示すフローチャート



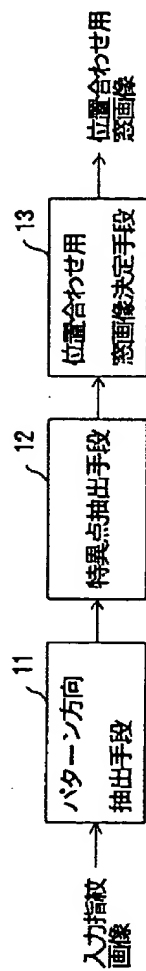
2
3
4
5

1 **[Drawing 7]**
 指紋パターンのモデルの説明図



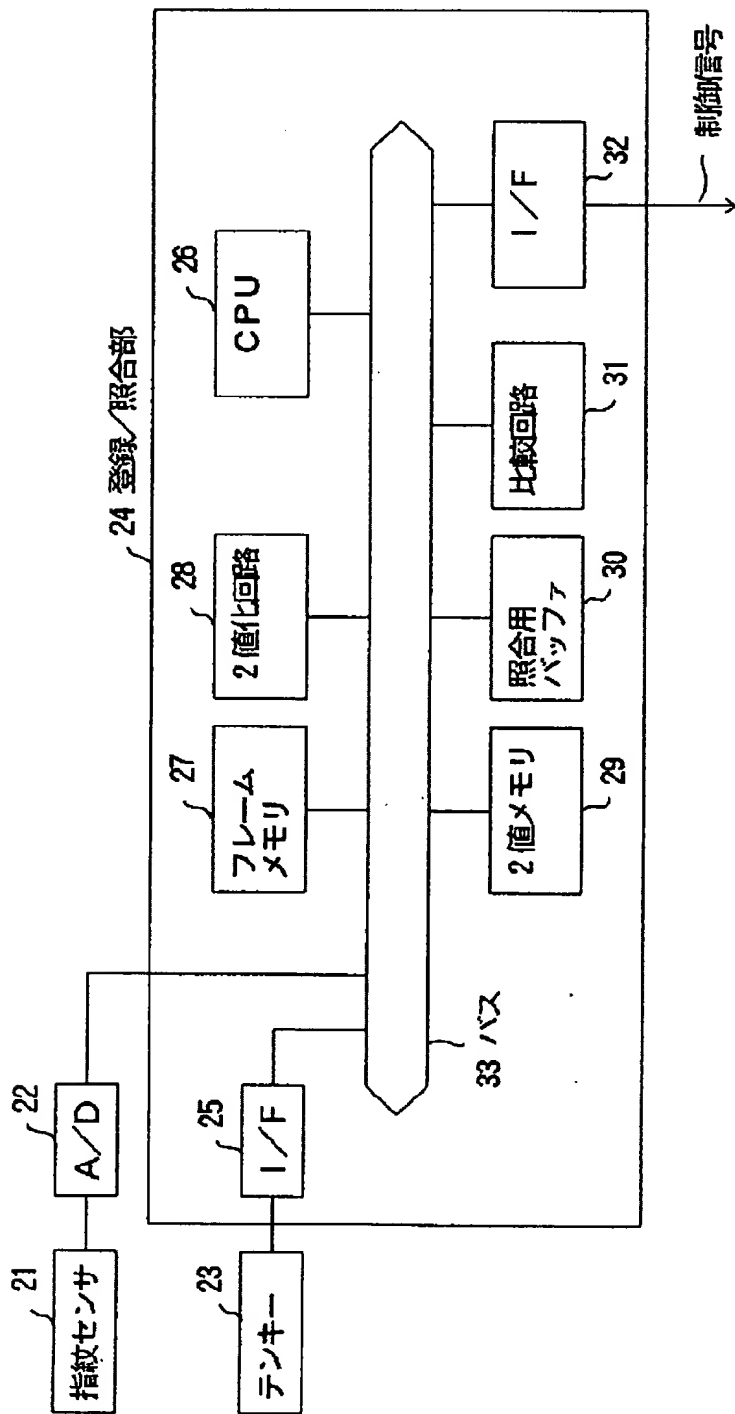
2
3
4
5

1 **[Drawing 1]**
 本発明の原理構成図

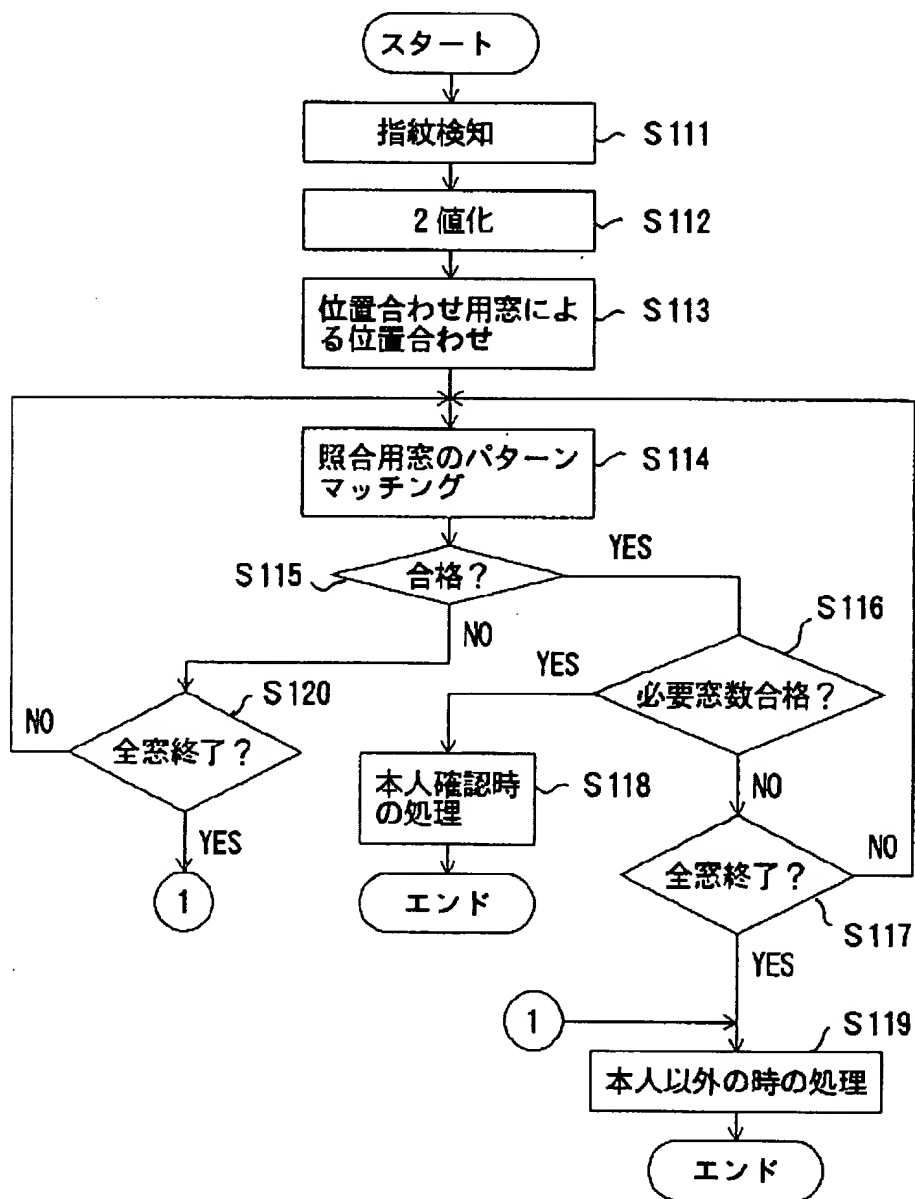


2
 3
 4
 5
 6 **[Drawing 2]**

本発明の一実施例の指紋照合装置の構成図

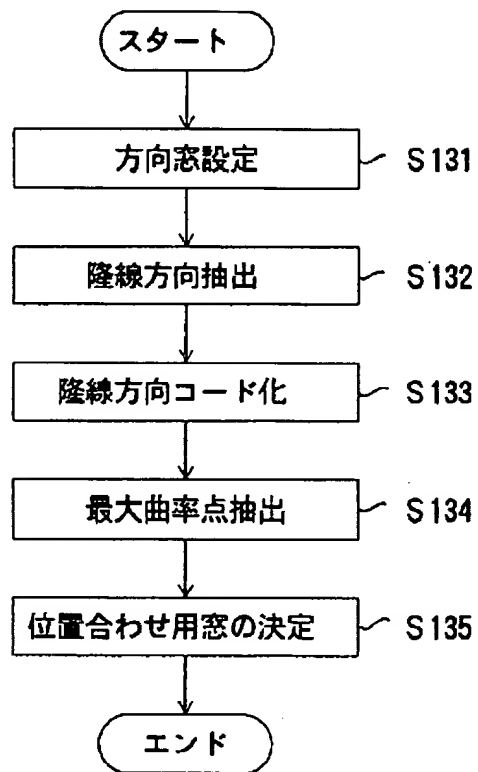


1 **[Drawing 5]** 本発明の一実施例における指紋照合手順を示すフローチャート



2
3
4
5

- 1 **[Drawing 6]**
 本発明の一実施例における位置合わせ用窓決定の
 手順を示すフローチャート



2
3
4
5

1 **[Drawing 8]**

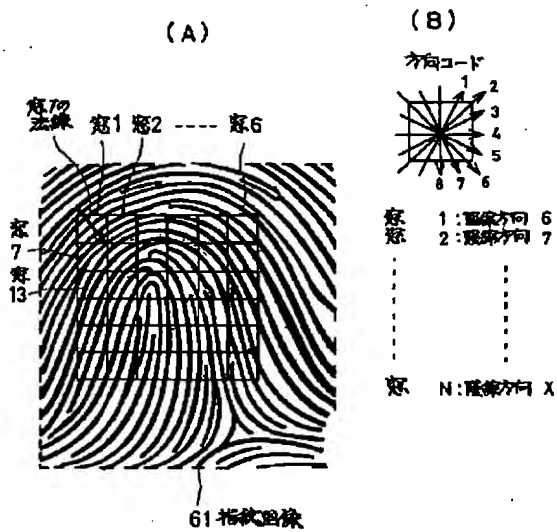
隆線方向と指紋の特異点の関係の説明図



2
3
4
5

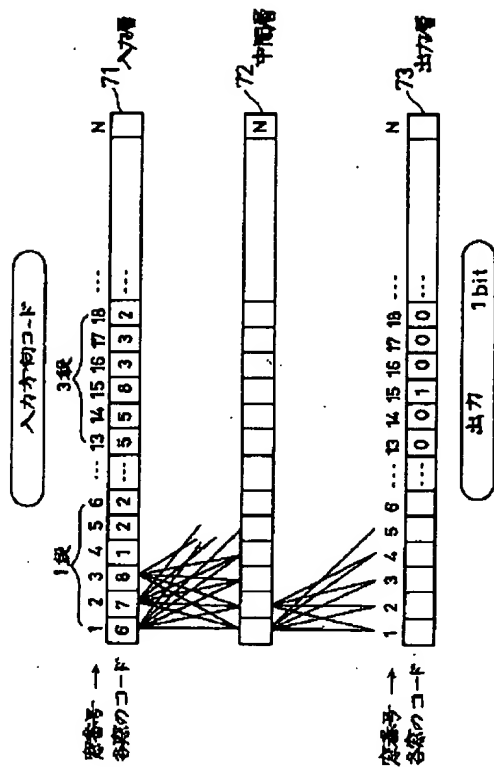
6 **[Drawing 9]**

方向窓と方向コードの説明図



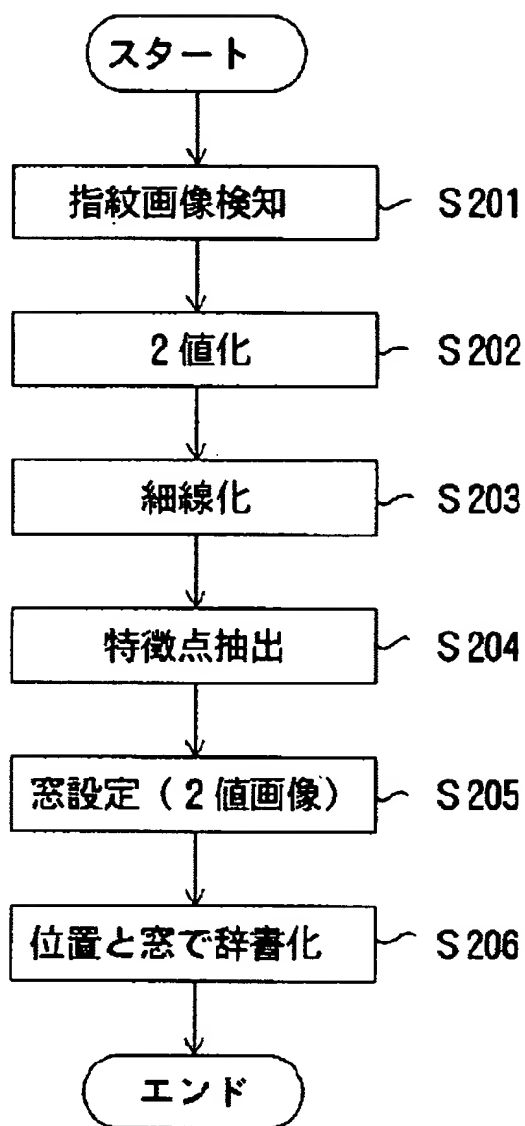
7
8
9
10

1 [Drawing 10]
最大極率を抽出に用いるニューラルネットワークの
説明図



2
3
4
5

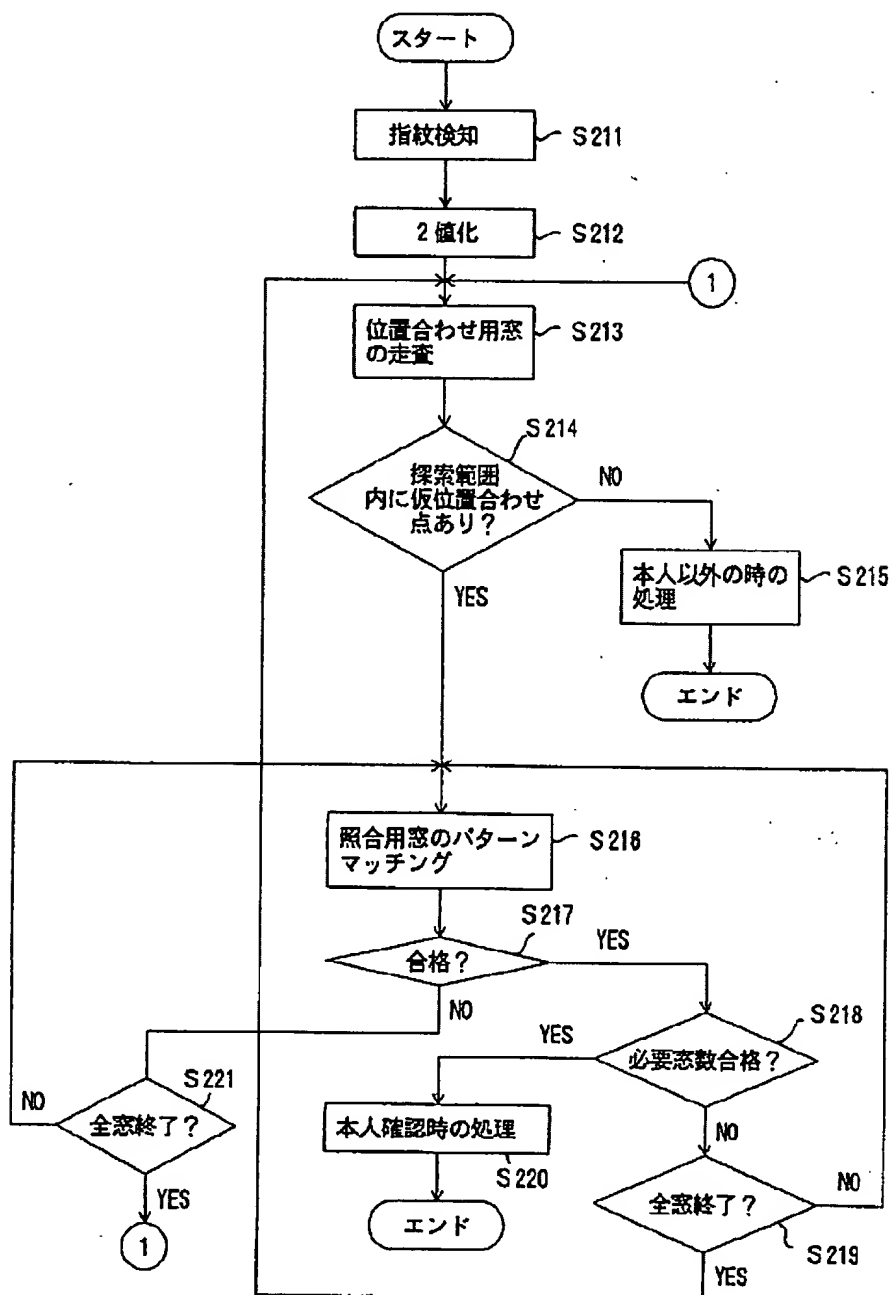
- 1 [Drawing 11]
従来のムービングウィンド法における指紋登録手順
を示すフローチャート



2
3
4
5

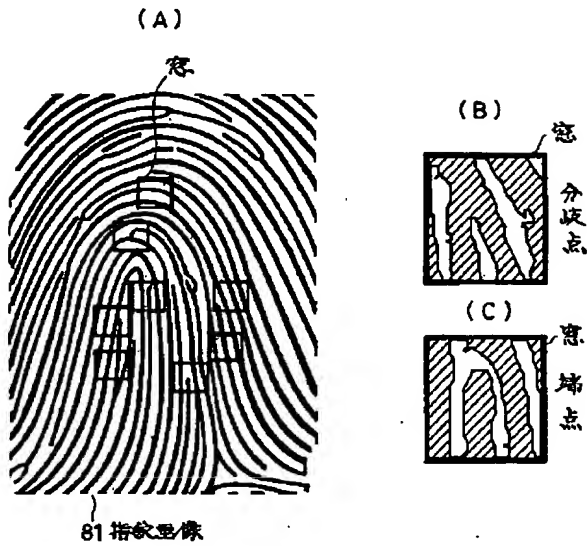
1 [Drawing 12]

従来のムービングウィンド法における指紋照合手順
を示すフローチャート



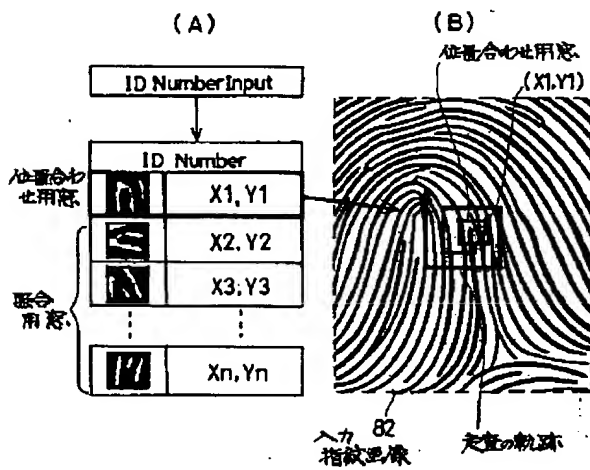
2
3
4
5

1 [Drawing 13] 特徴点の抽出と窓の説明図



2
3
4
5
6

[Drawing 14] 指紋并書の窓画像と位置合わせ窓によるパターンマッチングの説明図



7
8
9
10
11
12

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-301768

(43)公開日 平成6年(1994)10月28日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 15/62

識別記号

4 6 0

庁内整理番号

9071-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平5-86477

(22)出願日

平成5年(1993)4月13日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 岩田 敏

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 新崎 卓

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 横山 乾

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

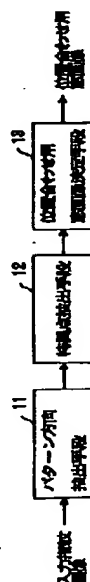
(54)【発明の名称】 指紋照合装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は指紋照合装置に関し、指紋照合時の位置合わせの精度を向上させて、指紋照合性能を向上させることを目的とする。

【構成】 入力された指紋の指紋画像は指紋入力手段により検出される。パターン方向抽出手段11は、入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を抽出する。特異点抽出手段12は、上記入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を基にして、入力指紋画像の隆線パターンの全体的特徴を持つ特異点を抽出する。位置合わせ用窓画像決定手段13は、上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定する。上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を用いて、指紋照合手段により、登録されている指紋の窓画像と入力された指紋画像の位置合わせを行う。

本発明の原理構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された指紋の指紋画像を検出する指紋入力手段と、指紋登録時に入力指紋画像から切り出した位置合わせ用窓画像及び照合用窓画像を登録する指紋登録手段と、指紋照合時に上記位置合わせ用窓画像を用いて入力指紋画像と登録された窓画像の位置合わせをした後上記照合用窓画像と入力された指紋画像を比較して指紋の照合を行う指紋照合手段とを有する指紋照合装置において、

入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を抽出するパターン方向抽出手段(11)と、

上記入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を基にして、入力指紋画像の隆線パターンの全体的特徴を持つ特異点を抽出する特異点抽出手段(12)と、

上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定する位置合わせ用窓画像決定手段(13)とを有し、

指紋登録時に、上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定して、上記位置合わせ用窓画像を登録し、指紋照合時には、入力指紋画像と上記位置合わせ用窓画像とを比較することで位置合わせを行うことを特徴とする指紋照合装置。

【請求項2】 指紋登録時に、前記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定して、前記位置合わせ用窓画像を登録し、指紋照合時には、入力された指紋画像について上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定し、上記登録されている位置合わせ用窓画像の特異点の位置と、上記入力指紋画像の位置合わせ用窓画像の特異点の位置とを一致させて位置合わせを行うことを特徴とする請求項1記載の指紋照合装置。

【請求項3】 前記パターン方向抽出手段(11)は、入力指紋画像を正方形の複数の窓画像に分割して、各窓画像内の隆線パターン方向を離散化した方向コードとして求め、前記特異点抽出手段(12)は、上記各窓画像の方向コードを基にして特異点を抽出することを特徴とする請求項1又は請求項2記載の指紋照合装置。

【請求項4】 前記パターン方向抽出手段(11)は、隆線パターンの接線方向の平均値を方向コードとして求めることを特徴とする請求項3記載の指紋照合装置。

【請求項5】 前記パターン方向抽出手段(11)は、隆線パターンの法線方向の平均値を方向コードとして求めることを特徴とする請求項3記載の指紋照合装置。

【請求項6】 前記特異点抽出手段(12)は、前記各窓画像の隆線パターンの方向コードを入力される入力層と、特異点に対応する位置で出力レベルが大きく変化する出力層とを備え、1種類以上の指紋パターンについて、上記各窓画像の方向コードと特異点の位置との関係を示すデータを教示されて学習したニューラルネットワークを用いて、特異点を抽出することを特徴とする請求項3記載の指紋照合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は指紋照合装置に係り、特に、各種のアクセス管理に用いられる指紋照合装置に関する。

【0002】ドアの開閉からワークステーションのエントリまで、様々な分野において、アクセスにおけるセキュリティ管理が必要である。施錠や、コンピュータシステムの暗証は、セキュリティ管理のための重要なツールである。しかし、これらは、コピー、盗難や忘却により、簡単にセキュリティを破られる可能性がある。

【0003】そこで、人体の一部を用いた個人識別技術を用いる方法が重要な代替手段となる。指紋照合技術はこの個人識別技術の一例である。

【0004】この指紋照合技術を用いる指紋照合装置では、一層の照合性能の向上が必要とされている。

【0005】

【従来の技術】指紋照合装置では、入力装置により指紋を画像データに変換して、この指紋画像データを登録しておく。指紋の照合時には、登録されている指紋画像データと入力された指紋画像データとを照合する。

【0006】指紋照合装置では、指紋の照合時に、分岐点、端点等の指紋の特徴点の分布及び形状の一致を調べることで指紋の照合を行う。従来の指紋照合装置では、例えば、図11、図12に示すムービングウィンド法により、指紋の登録、照合を行っている。

【0007】図11は、従来のムービングウィンド法における指紋登録手順を示すフローチャートであり、図12は、従来のムービングウィンド法における指紋照合手順を示すフローチャートである。

【0008】指紋の登録に際しては、入力装置により、指紋画像を検知し(ステップ201)、検知した指紋画像を2値化し(ステップ202)、この2値化した指紋画像を細線化処理する(ステップ203)。

【0009】この細線化処理した指紋画像から、特徴点(分岐点又は端点)を抽出する(ステップ204)。この抽出した特徴点を含む指紋画像を、所定の大きさの窓により、窓画像として複数切り出す(ステップ205)。

【0010】図13は、特徴点の抽出と窓の説明図を示す。図13(A)に示すように、指紋画像81中の特徴点を抽出して、特徴点を含む方形の窓を、複数設定している。図13(B)、(C)は、窓により切り出された特徴点を含む窓画像の例を示す。図13(B)は、分岐点を含む窓画像の例であり、図13(C)は、端点を含む窓画像の例である。

【0011】上記のように、特徴点を含む複数の窓画像を切り出した後、個々の窓の位置関係を保存したまま、窓画像を指紋辞書に登録する(ステップ206)。

【0012】図12に示すように、指紋の照合時は、先

ず、入力装置により、指紋画像を検知し（ステップ211）、検知した指紋画像を2値化する（ステップ212）。

【0013】この2値化した指紋画像に対して、登録してある窓画像を用いて、照合を行う。図14は、指紋辞書の窓画像と位置合わせ用窓によるパターンマッチングの説明図を示す。

【0014】図14（A）に示すように、指紋辞書では、各ID番号に対応して、複数の窓画像が登録されている。各ID番号に対応して登録されている複数の窓画像の内の一つが、位置合わせ用窓として設定されており、他の複数の窓画像が照合用窓として設定されている。位置合わせ用窓は、登録されている窓画像と、入力された指紋画像の2次元の位置を合わせるために使用する。指紋辞書の各窓は、窓画像と窓の2次元の位置（ X_i, Y_i ）が登録されている。

【0015】指紋の照合を行うためには、まず、位置合わせ用窓を、入力指紋画像82上で走査して位置合わせを行う。この際、図14（B）に示すように、位置合わせ用窓の走査を、登録時の位置（ $X1, Y1$ ）から開始して、渦巻き状の走査軌跡で、窓画像と一致する点を探索し、見つかった点を仮位置合わせ点とする。（ステップ213）。

【0016】この仮位置合わせ点の探索で、探索可能な画像の範囲に仮位置合わせ点が見つかったかどうかを判断する（ステップ214）。ステップ214で、仮位置合わせ点が見つからなかった場合は、登録されている本人の指紋と異なる人間の指紋であると判断して、本人以外のときの処理を行い（ステップ215）、照合の処理を終える。

【0017】ステップ214で、仮位置合わせ点が見つかった場合は、上記仮位置合わせ点において、複数の照合用窓による照合の処理を行う。

【0018】照合用窓によるパターンマッチングでは、上記仮位置合わせ点の位置と位置合わせ用窓の登録時の位置とのずれ量を把握して、照合用窓をこのずれ量だけずらした位置で、入力指紋画像と照合する。

【0019】なお、この照合用窓による照合の際には、人間の皮膚の柔らかさ等による指紋の歪みに対応させるために、照合用窓を若干量だけ2次元的に走査して、画像の一致する位置を探して、パターンマッチングを行う（ステップ216）。

【0020】上記照合用窓のパターンマッチングで画像が一致したかどうかを判断する（ステップ217）。

【0021】ステップ217で、画像が一致しなかった場合は、全部の照合用窓について照合が終わったかどうかを判断する（ステップ221）。ステップ221で、全部の照合用窓について照合が終わった場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致しなかった場合であるので、仮位置合わせ点を動かして、再度照合を行うために、ス

ップ213に戻る。

【0022】ステップ221で、全部の照合用窓について照合が終わっていない場合は、次に照合用窓について、再度照合を行うために、ステップ216に戻る。

【0023】ステップ217で、画像が一致した場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致したかどうかを判断する（ステップ218）。ステップ218で、所定の閾値以上の窓画像が一致した場合は、登録されている本人であると確認されて、本人確認時の処理を行い（ステップ220）、照合の処理を終える。

【0024】ステップ218で、所定の閾値以上の窓画像が一致していない場合は、全部の照合用窓について照合が終わったかどうかを判断する（ステップ219）。ステップ219で、全部の照合用窓について照合が終わっていない場合は、次の照合用窓について、再度照合を行うために、ステップ216に戻る。

【0025】ステップ219で、全部の照合用窓について照合が終わった場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致しなかった場合であるので、仮位置合わせ点を動かして、再度照合を行うために、ステップ213に戻る。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】指紋の照合では、最初に、登録されている位置合わせ用窓を用いて、登録窓画像と入力指紋画像との位置合わせを行う必要がある。この位置合わせ用窓による位置合わせの精度は、指紋照合結果に対して大きな影響を及ぼす。

【0027】例えば、登録時に、位置合わせ用窓の指紋画像が歪んでいると、照合時の位置合わせ精度が落ち、照合性能が劣化する場合がある。また、位置合わせ用窓に、疑似特徴点（実際には、パターンの特徴が無いのに、指紋表面の湿潤状態、傷等により特徴と誤ってみなされる点）が採られた場合には、照合性能が劣化する。

【0028】従来の指紋照合装置では、特徴点を含む窓画像の中から、適当に一つを選んで位置合わせ用窓画像としている。このため、選んだ位置合わせ用窓画像が、指紋の歪みの影響を受けにくい、照合用として適切な特徴点を含む保証がない。また、疑似特徴点を位置合わせ用窓に選択してしまうこともある。

【0029】このため、従来の指紋照合装置では、照合に時間がかかったり、照合に誤りが生じることがあるという問題がある。

【0030】本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、位置合わせの精度を向上させて、指紋照合の性能を向上させることができる指紋照合装置を提供することを目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理構成図を示す。請求項1の発明は、入力された指紋の指紋画像を検出する指紋入力手段と、指紋登録時に入力指紋画像から切り出した位置合わせ用窓画像及び照合用窓画像

5

を登録する指紋登録手段と、指紋照合時に上記位置合わせ用窓画像を用いて入力指紋画像と登録された窓画像の位置合わせをした後上記照合用窓画像と入力された指紋画像を比較して指紋の照合を行う指紋照合手段とを有する指紋照合装置において、入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を抽出するパターン方向抽出手段11と、上記入力指紋画像の各部における隆線パターンの方向を基にして、入力指紋画像の隆線パターンの全体的特徴を持つ特異点を抽出する特異点抽出手段12と、上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定する位置合わせ用窓画像決定手段13とを有し、指紋登録時に、上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定して、上記位置合わせ用窓画像を登録し、指紋照合時には、入力指紋画像と上記位置合わせ用窓画像とを比較することで位置合わせを行う構成とする。

【0032】請求項2の発明では、指紋登録時に、前記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定して、前記位置合わせ用窓画像を登録し、指紋照合時には、入力された指紋画像について上記特異点を含む位置合わせ用窓画像を決定し、上記登録されている位置合わせ用窓画像の特異点の位置と、上記入力指紋画像の位置合わせ用窓画像の特異点の位置とを一致させて位置合わせを行う。

【0033】請求項3の発明では、前記パターン方向抽出手段11は、入力指紋画像を正方形の複数の窓画像に分割して、各窓画像内の隆線パターン方向を離散化した方向コードとして求め、前記特異点抽出手段12は、上記各窓画像の方向コードを基にして特異点を抽出する。

【0034】請求項6の発明では、前記特異点抽出手段12は、前記各窓画像の隆線パターンの方向コードを入力される入力層と、特異点に対応する位置で出力レベルが大きく変化する出力層とを備え、1種類以上の指紋パターンについて、上記各窓画像の方向コードと特異点の位置との関係を示すデータを教示されて学習したニューラルネットワークを用いて、特異点を抽出する。

【0035】

【作用】請求項1の発明では、指紋画像の特異点を抽出して、指紋画像の特異点を含む位置合わせ用窓画像を用いて、登録されている指紋の窓画像と入力された指紋画像の位置合わせを行う。このため、位置合わせの精度を向上させ、照合性能を向上させることを可能とする。

【0036】請求項2の発明では、前記登録されている位置合わせ用窓画像の特異点の位置と、照合時に入力指紋画像から決定した位置合わせ用窓画像の特異点の位置とを一致させて位置合わせを行う。このため、位置合わせの精度を向上させ、かつ、位置合わせ時間を短縮することを可能とする。

【0037】請求項3の発明では、入力指紋画像を複数の窓画像で分割して、各窓画像における隆線パターンの方向から、特異点を抽出する。このため、精度良く、特異点を抽出することを可能とする。

6

【0038】請求項6の発明では、1種類以上の指紋パターンについての各窓画像の方向コードと特異点の位置との関係を示すデータを教示されて学習したニューラルネットワークを用いて、特異点を抽出する。このため、各種の指紋パターンについて、特異点を精度良く、かつ、短時間で、抽出することを可能とする。

【0039】

【実施例】図2は本発明の一実施例の指紋照合装置の構成図を示す。指紋を入力する入力装置は、指紋センサ21と指紋画像をデジタルデータに変換するA/Dコンバータ22からなる。また、指紋照合装置の操作指示等を入力するテンキー23を備えている。

【0040】指紋の登録、照合を行う、登録/照合部24は、指紋登録処理、指紋照合処理等の照合装置全体の制御を行うCPU（中央処理装置）26、入力装置により入力された指紋画像を格納するフレームメモリ27、入力指紋画像を2値化する2値化回路28、2値化回路により2値化された2値画像を格納する2値メモリ29を備えている。また、指紋照合時に、登録指紋画像と入力指紋画像とを比較する比較回路31、照合時に入力指紋画像を格納しておく照合用バッファ30を備えている。

【0041】また、テンキー23は、インタフェース回路25を介して、登録/照合部24のバス33に接続されている。また、照合結果に応じた制御信号が、インタフェース回路32を介して出力される。例えば、この指紋照合装置によりドア開閉のセキュリティ管理をする場合、この制御信号により、ドアロックの制御が行われる。

【0042】図3は指紋センサ21の一例の説明図を示す。指紋センサ21では、回路基板42上に、光源のLED43、指紋に対応した光を検出するCCD44が搭載されている。また、指41を押し当てる透明な平面ガラス板45、平面ガラス板45の一端に備えられたミラー46、ミラー46で反射された光を集光するレンズ47、レンズ47からの光をCCD44に反射するミラー48を備えている。

【0043】指41を平面ガラス45に押し当てると、凸部は接触するが、凹部は接触しない。平面ガラス45を通して指41を押し当てた平面に光をLED43から照射すると、光は指41の表面及び内部で反射、散乱される。指41の凹部からの散乱光は、一度空気中を通り平面ガラス板45に入射するため、平面ガラス板45中を全反射して伝播する成分を持たない。

【0044】一方、指41の凸部からの反射光及び散乱光は、指41から直接平面ガラス板45中に、球面波として入射し、その一部は平面ガラス板45中で全反射条件を満足し、平面ガラス板45中で全反射する。この全反射した光は、ミラー46で反射されて、レンズ47、ミラー48を介して、CCD44に入射する。

7

【0045】上記のようにして、指41の隆線パターンの画像信号をCCD44で得ることができる。

【0046】次に、本実施例における、指紋の登録と照合について説明する。図4は本発明の一実施例における指紋登録手順を示すフローチャートである。また、図5は本発明の一実施例における指紋照合手順を示すフローチャートである。また、図6は本発明の一実施例における位置合わせ用窓決定の手順を示すフローチャートである。図6に示す位置合わせ用窓決定の処理は、図4の登録時のステップ104、及び図5の照合時のステップ113で行われる。

【0047】本実施例では、図6に示す位置合わせ用窓決定の処理に大きな特徴がある。以下に、本実施例での位置合わせ用窓決定の処理について説明する。

【0048】図7は指紋パターンのモデルの説明図を示す。指紋パターンには、各種のパターンが有り、図7は、この指紋パターンの代表的な例を示す。図7

(A)、(C)は、渦状指紋のパターンで、図7(B)、(D)は、流れ指紋のパターンである。

【0049】指紋パターン内には、必ず1か所以上の特異点が存在する。特異点とは、渦状指紋では、閉曲線パターン内で他のパターンが存在しない部分や、流れ指紋のうち、他の隆線パターンを挟むことのないパターンの折り返し点を指す。図7では、夫々のパターンで、特異点 $P_1 \sim P_5$ を示している。図7(C)渦状指紋のパターンでは、2つの特異点 P_3 、 P_4 が存在する。

【0050】この特異点は、指紋の局所的な特徴ではなく、指紋の全体的な特徴であり、かつ、極めてはっきりした特徴である。このため、この特異点を含む窓画像を位置合わせ用窓として使用することで、位置合わせの精度を向上させて、照合性能を向上させることができる。

【0051】本実施例の指紋照合装置では、位置合わせ用窓決定処理において、この特異点を抽出して、特異点を含む位置合わせ用窓を決定する。

【0052】次に、特異点の検出の方法について説明する。上記の特異点の検出は、従来の特徴点の検出に用いるような小窓法では不可能である。指紋の特異点は、特異点周辺の各部分での隆線パターンの方向と密接な関係がある。従って、特異点の周辺の各部の隆線パターンの方向を調べることで、特異点の位置を求めることができる。

【0053】図8は隆線方向と指紋の特異点の関係の説明図を示す。ここでは、隆線パターンの曲率に注目した場合で説明する。図8に示す指紋画像51は、流れ指紋のパターンの例で、中心付近に特異点 P_c が存在する。図8に示すように、指紋の特異点は、隆線パターンの曲率が最大になる点である場合が多い。また、曲率が最大でない場合にも、隆線パターンの曲率の特異な点となる。

【0054】指紋の特異点の位置は、特異点周辺の隆線

8

パターンの曲率と密接な関係がある。また、隆線パターンの曲率の変化は、場所に応じてほぼ連続である。例えば、隆線間隔がほぼ一定であるとする、離れた2点間での曲率の変化は、その2点間の線上で連続的に変化するとみなせる。従って、特異点周辺の各部での隆線パターンの方向から特異点周辺の隆線パターンの曲率を求めることで、特異点の位置を求めることができる。

【0055】本実施例では、特異点があると考えられる付近の周辺の複数の窓画像をとり、各窓画像について、隆線パターンの方向を調べる。この各窓画像の隆線パターンの方向から、特異点を求める。

【0056】隆線パターンの方向としては、例えば、隆線の法線や接線を用いることができる。ここでは、隆線の法線を用いる。図8の例では、窓 k の画像の法線 V_k 、窓 L の画像の法線 V_L 、窓 M の画像の法線 V_M が示されている。また求めるべき特異点 P_c を含む窓が窓 C である。

【0057】次に、図6にフローチャートに沿って、位置合わせ用窓決定手順について説明する。なお、図6で、パターン方向抽出手段は、ステップ131～ステップ134からなり、特異点抽出手段は、ステップ134であり、位置合わせ用窓画像決定手段は、ステップ135である。

【0058】先ず、登録する指紋画像について、位置合わせ用窓を決定するための複数の方向窓を設定する。図9は方向窓と方向コードの説明図を示す。図9(A)に示すように、指紋画像61に対して、縦横複数の窓からなる方向窓を設定する。図9の例では、縦横 6×6 の方向窓を設定している。この方向窓は、隆線パターンの方向が場所により変化する割合に対して十分小さい大きさとする。なお、各方向窓には、番号を1から順につけている(ステップ131)。

【0059】次に、各方向窓において、隆線パターンの方向を抽出する。隆線パターンの方向としては、隆線の法線を用いる(ステップ132)。次に、ステップ132で求めた各方向窓での隆線パターンの方向、即ち、法線方向をコード化する。法線方向のコード化の方法としては、各種の方法が考えられるが、ここでは、法線方向を、角度に対応した方向コードに置き換える。図9(B)は、この法線方向のコード化の方法を示す。図9(B)に示すように、法線方向を、 22.5 度毎の、8通りの方向コードに変換する。

【0060】なお、隆線パターンの方向の抽出方法としては、例えば8つの方向マスクを用いて、その相関度から求めてもよい。

【0061】図9(A)の例では、方向窓1で、法線方向に対応するコード6が得られ、方向窓2では、法線方向に対応するコード7が得られている(ステップ133)。

【0062】次に、ステップ133で求めた各方向窓に

おける方向コードを用いて、特異点、即ち、最大曲率点を抽出し、その位置を求める。特異点周辺の各方向窓における方向コードから、特異点の位置を求める方法としては、各種の方法がある。

【0063】例えば、特異点周辺の各部の方向コードと特異点位置の対応関係を示すデータを、各種の指紋パターンについて、予め格納しておき、実際の指紋登録時には、予め格納してある方向コードと特異点位置の対応関係のデータとを用いて、各方向窓から得られた方向コードを場合分けして、特異点を求めることができる。しかし、上記の方法では、多くの場合分けが必要で、処理時間がかかる欠点がある。

【0064】本実施例では、この特異点周辺の各方向窓の方向コードから特異点を求めるのに、ニューラルネットワークを利用する。図10は、最大曲率点抽出に用いるニューラルネットワークの説明図を示す。本実施例のニューラルネットワークでは、方向コードを入力する入力層71と特異点位置に対応する位置のビットが立つ出力層73を設け、また、中間層72を設けている。

【0065】図7に示したような各種の指紋パターンについて、特異点周辺各部での方向コードと特異点位置の関係を示すデータを予め求めておく。ニューラルネットワークの学習では、上記の方向コードと特異点位置の関係をデータを教示して、ニューラルネットワークの重み等を学習させる。この学習により、図10のニューラルネットワークは、各種の指紋パターンについて、正しく特異点を示すことができるようになる。

【0066】図10に示すように、入力層71には、各方向窓に対応する入力ユニットが方向窓の数Nだけ備えられている。また、出力層73には、各方向窓に対応する出力ユニットが方向窓の数Nだけ備えられている。

【0067】ステップ133で得られた各方向窓での方向コードを、ニューラルネットワークの入力層71に入力する。これにより、ニューラルネットワークの出力層73では、最大曲率点に対応する出力ユニットでビット1が立つ。このようにして、各窓の方向コードから、最大曲率点、即ち、特異点が抽出できる。ニューラルネットワークを用いているため、この特異点の抽出処理は、単なる場合分けによる方法に比べて、高速で実行することができる。

【0068】次に、ステップ134で求めた最大曲率点、即ち、特異点を含む、位置合わせ用窓を決定する。位置合わせ用窓は、照合が適切に行える大きさとする。なお、位置合わせ用窓は、方向窓を適切な大きさに設定してあれば、ステップ134で抽出された特異点を含む方向窓をそのまま使ってもよい(ステップ135)。

【0069】なお、出力層73では、場合によっては、複数の方向窓にビットが立つこともありえる。この場合は、位置合わせに、複数の窓を用いても、単一窓を用いても照合することが可能である。

【0070】また、出力層73の各ユニットは、2値の信号を出力するものに限られず、多値の信号を出力するものとしてもよい。この場合、最も出力レベルの変動が大きいユニットが、特異点位置に対応する。

【0071】次に、図4に沿って、本実施例における指紋登録手順について説明する。指紋の登録に際しては、入力装置により、指紋画像を検知し(ステップ101)、検知した指紋画像を2値化し(ステップ102)、この2値化した指紋画像を細線化処理する(ステップ103)。

【0072】次に、この細線化処理した指紋画像に対して、図6で説明した、位置合わせ用窓決定処理を行う(ステップ104)。

【0073】次に、細線化処理した指紋画像から、特徴点(分岐点又は端点)を抽出する。(ステップ105)。この特徴点を含む指紋画像から、ステップ104で求めた位置合わせ窓の周辺の照合用窓を複数設定する(ステップ106)。

【0074】上記のように、特徴点を含む複数の窓を設定した後、個々の窓の位置関係を保存したまま、位置合わせ窓と照合用窓の窓画像、及び窓の位置を指紋辞書に登録する(ステップ107)。

【0075】次に、本実施例での指紋照合手順について、図5にそって説明する。図5に示すように、指紋の照合時は、まず、入力装置により、指紋画像を検知し(ステップ111)、検知した指紋画像を2値化する(ステップ112)。

【0076】この2値化した指紋画像に対して、登録してある窓画像を用いて、照合を行う。指紋の照合を行うために、位置合わせ用窓により、登録指紋画像と入力された指紋画像の位置合わせを行う。

【0077】このため、入力された指紋画像に対して、図6に示した登録時の位置合わせ用窓決定処理と同様の処理を行い、入力指紋画像の位置合わせ用窓を決定する。この入力指紋画像の位置合わせ用窓の特異点位置を、登録されている指紋画像の位置合わせ用窓の特異点位置と一致させることで、位置合わせができる。特異点は、指紋画像の全体的な特徴であるので、高い精度で位置合わせができる。また、図12に示した従来方法と異なり、位置合わせ窓の走査が必要ないので、位置合わせの時間を短縮することができる。

【0078】なお、照合時には、入力指紋画像の位置合わせ用窓を決定する処理を行わずに、従来方法と同様に、登録されている位置合わせ用窓を入力指紋画像に対して走査して位置合わせを行ってもよい。この場合でも、位置合わせ用窓が特異点を含むため、従来方法に比べて、高い精度で位置合わせができる。

【0079】本実施例では、位置合わせ精度が高いため、上記の位置合わせを行った後は、再度位置合わせを行う必要がない(ステップ113)。

【0080】つぎに、ステップ113で得られた位置合わせ点において、特異点周辺の複数の照合用窓による照合の処理を行う。

【0081】照合用窓によるパターンマッチングでは、上記位置合わせ点の位置と位置合わせ用窓の登録時の位置とのずれ量を把握して、照合用窓をこのずれ量だけずらした位置で、入力指紋画像と照合する。

【0082】なお、この照合用窓による照合の際には、人間の皮膚の柔らかさ等による指紋の歪みに対応させるために、照合用窓を若干量だけ2次元的に走査して、画像の一致する位置を探して、パターンマッチングを行う(ステップ114)。

【0083】上記照合用窓のパターンマッチングで画像が一致したかどうかを判断する(ステップ115)。

【0084】ステップ115で、画像が一致しなかった場合は、全部の照合用窓について照合が終わったかどうかを判断する(ステップ120)。ステップ120で、全部の照合用窓について照合が終わった場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致しなかった場合であるので、登録されている本人以外であると判断されて、本人以外の時の処理を行い(ステップ119)、照合の処理を終える。

【0085】ステップ120で、全部の照合用窓について照合が終わっていない場合は、次の照合用窓について、再度照合を行うために、ステップ114に戻る。

【0086】ステップ115で、画像が一致した場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致したかどうかを判断する(ステップ116)。ステップ116で、所定の閾値以上の窓画像が一致した場合は、登録されている本人であると確認されて、本人確認時の処理を行い(ステップ118)、照合の処理を終える。

【0087】ステップ116で、所定の閾値以上の窓画像が一致していない場合は、全部の照合用窓について照合が終わったかどうかを判断する(ステップ117)。ステップ117で、全部の照合用窓について照合が終わっていない場合は、次の照合用窓について、再度照合を行うために、ステップ114に戻る。

【0088】ステップ117で、全部の照合用窓について照合が終わった場合は、所定の閾値以上の窓画像が一致しなかった場合であるので、登録されている本人以外であると判断されて、本人以外の時の処理を行い(ステップ119)、照合の処理を終える。

【0089】上記のように、本実施例では、どのような指紋パターンでも、特異点を含む位置合わせ用窓を決定でき、この特異点を含む位置合わせ用窓を用いて、登録されている指紋の窓画像と入力された指紋画像の位置合わせを行う。このため、従来の指紋照合装置に比べて、指紋照合時の位置合わせ精度を向上させて、指紋の照合性能を向上させることができる。

【0090】

【発明の効果】上述の如く、請求項1の発明によれば、指紋画像の特異点を抽出して、指紋画像の特異点を含む位置合わせ用窓画像を用いて、登録されている指紋の窓画像と入力された指紋画像の位置合わせを行うため、位置合わせの精度を向上させ、照合性能を向上させることができる特長を有する。

【0091】請求項2の発明によれば、前記登録されている位置合わせ用窓画像の特異点の位置と、照合時に入力指紋画像から決定した位置合わせ用窓画像の特異点の位置とを一致させて位置合わせを行うため、位置合わせの精度を向上させ、かつ、位置合わせ時間を短縮することができる。

【0092】請求項3の発明によれば、入力指紋画像を複数の窓画像で分割して、各窓画像における隆線パターンの方向から、特異点を抽出するため、精度良く、位置合わせ用窓画像の決定に用いる特異点を抽出することができる。

【0093】請求項6の発明によれば、1種類以上の指紋パターンについての各窓画像の方向コードと特異点の位置との関係を示すデータを教示されて学習したニューラルネットワークを用いて特異点を抽出するため、各種の指紋パターンについて、位置合わせ用窓画像の決定に用いる特異点を精度良く、かつ、短時間で抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成図である。

【図2】本発明の一実施例の指紋照合装置の構成図である。

【図3】指紋センサの一例の説明図である。

【図4】本発明の一実施例における指紋登録手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例における指紋照合手順を示すフローチャートである。

【図6】本発明一実施例における位置合わせ用窓決定の手順を示すフローチャートである。

【図7】指紋パターンのモデルの説明図である。

【図8】隆線方向と指紋の特異点の関係の説明図である。

【図9】方向窓と方向コードの説明図である。

【図10】最大曲率点抽出に用いるニューラルネットワークの説明図である。

【図11】従来のムービングウィンド法における指紋登録手順を示すフローチャートである。

【図12】従来のムービングウィンド法における指紋照合手順を示すフローチャートである。

【図13】指紋特徴点の抽出と窓の説明図である。

【図14】指紋辞書の窓画像と位置合わせ窓によるパターンマッチングの説明図である。

【符号の説明】

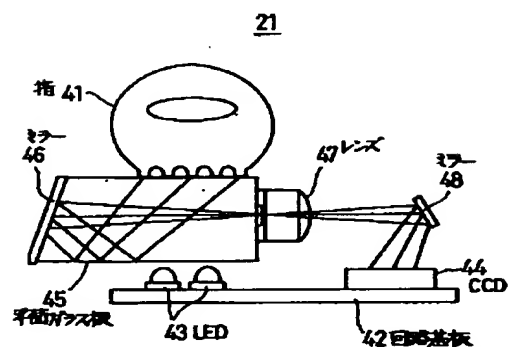
50 11 パターン方向抽出手段

13

- 12 特異点抽出手段
- 13 位置合わせ用窓画像決定手段
- 21 指紋センサ
- 22 A/Dコンバータ
- 23 テンキー
- 24 登録/照合部
- 25、32 インタフェース回路
- 26 CPU
- 27 フレームメモリ
- 28 2値化回路
- 29 2値メモリ
- 30 照合用バッファ

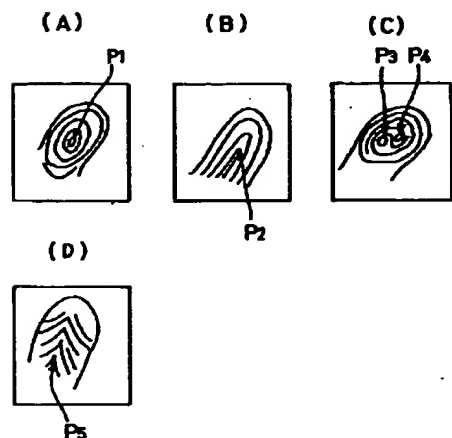
【図3】

指紋センサの一例の説明図



【図7】

指紋パターンのモデルの説明図

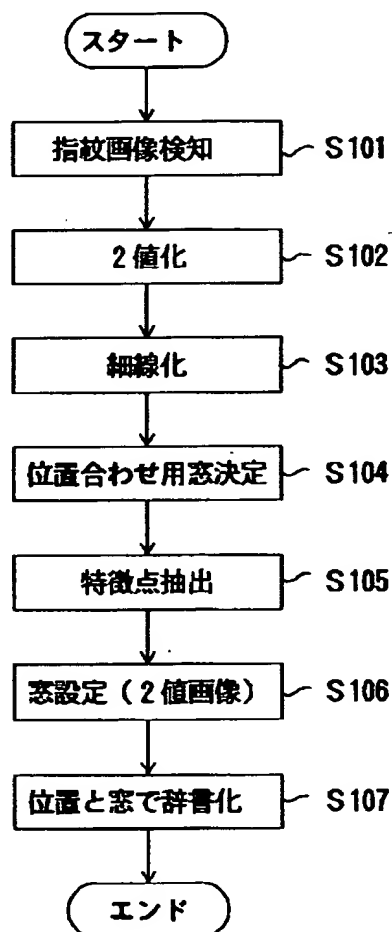


14

- 31 比較回路
- 33 バス
- 42 回路基板
- 43 LED
- 44 CCD
- 45平面ガラス板
- 46、48 ミラー
- 47 レンズ
- 71 入力層
- 10 72 中間層
- 73 出力層

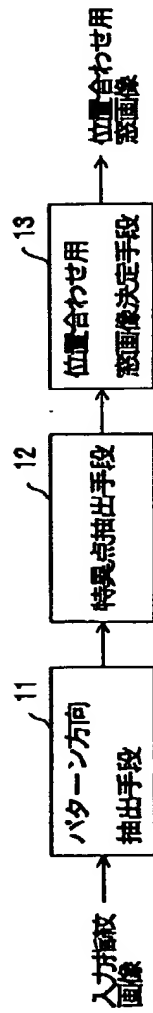
【図4】

本発明の一実施例における指紋登録手順を示すフローチャート



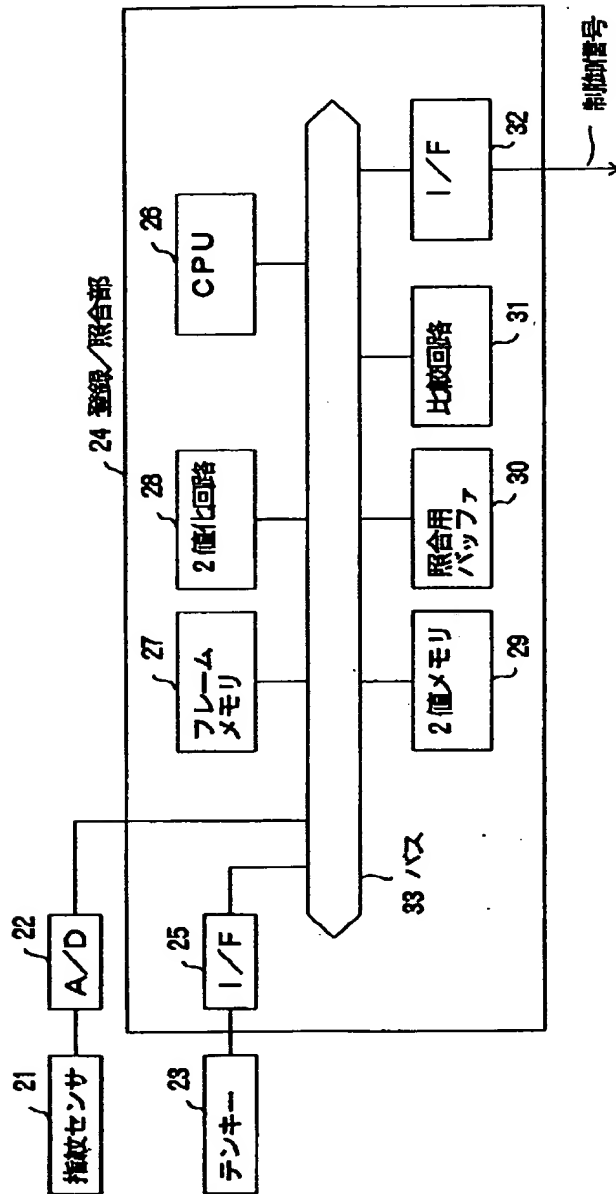
【図1】

本発明の原理構成図



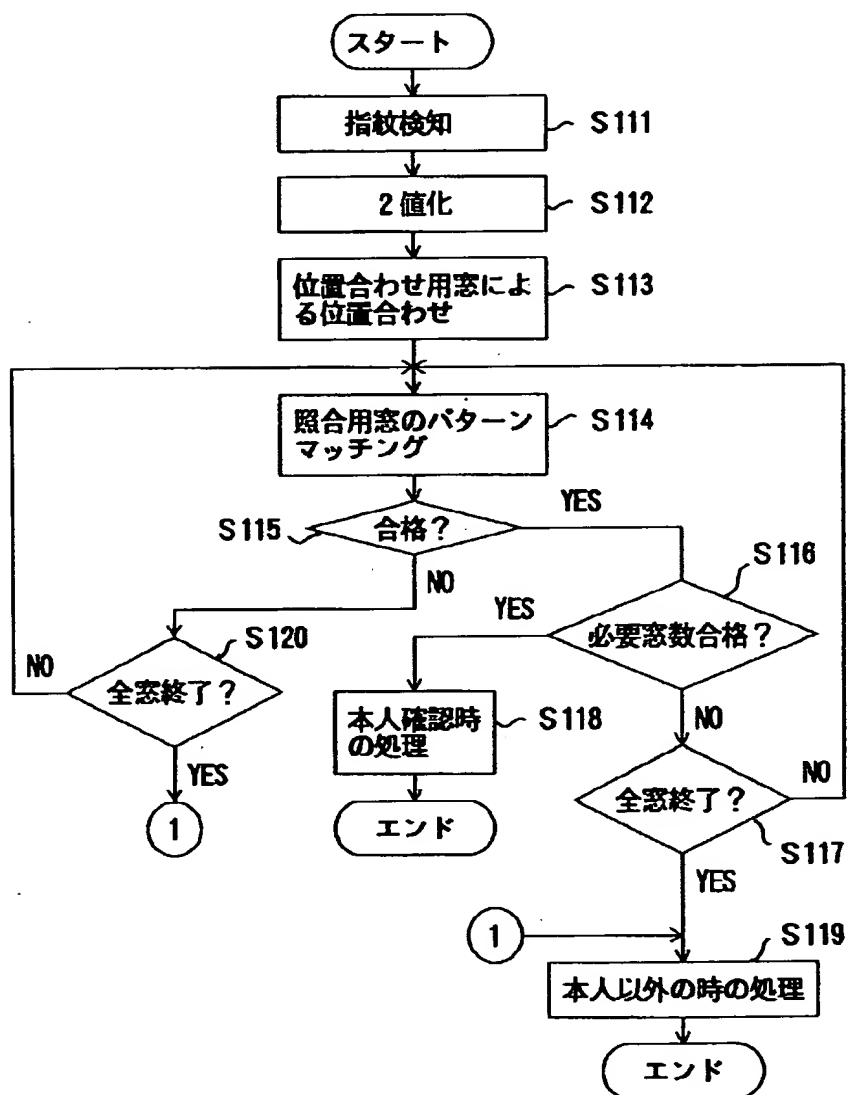
【図2】

本発明の一実施例の指紋照合装置の構成図



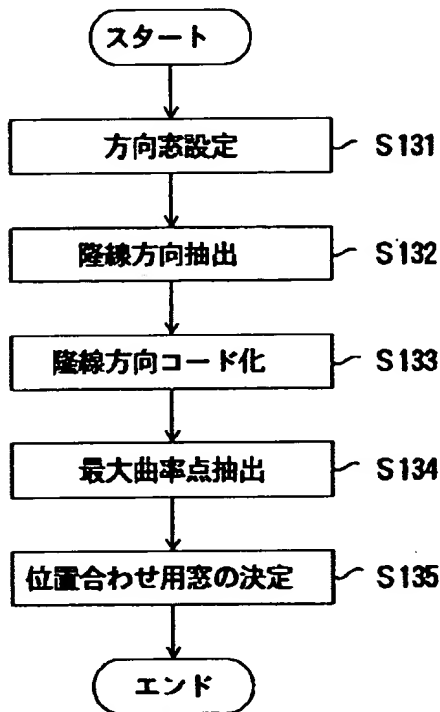
【図5】

本発明の一実施例における指紋照合手順を示すフローチャート



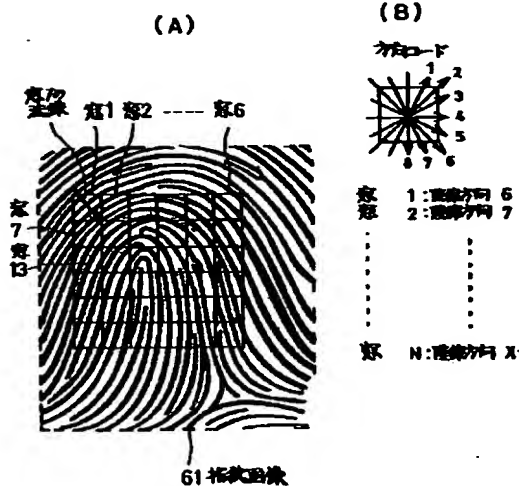
【図6】

本発明の一実施例における位置合わせ用窓決定の
手順を示すフローチャート



【図9】

方向窓と方向コードの説明図



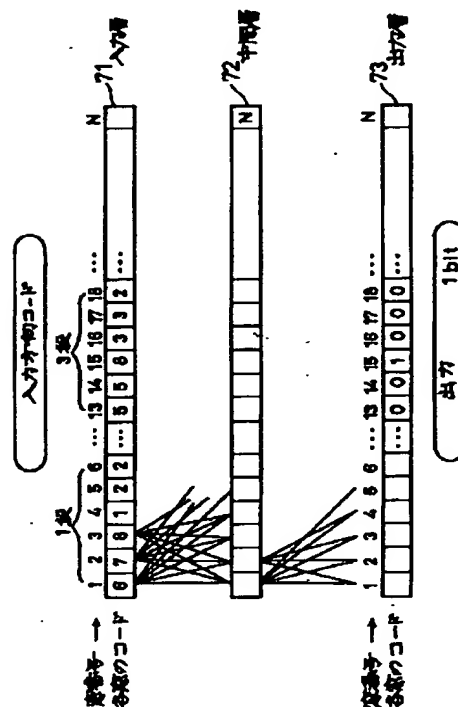
【図8】

隆線方向と特徴の特異点の関係の説明図



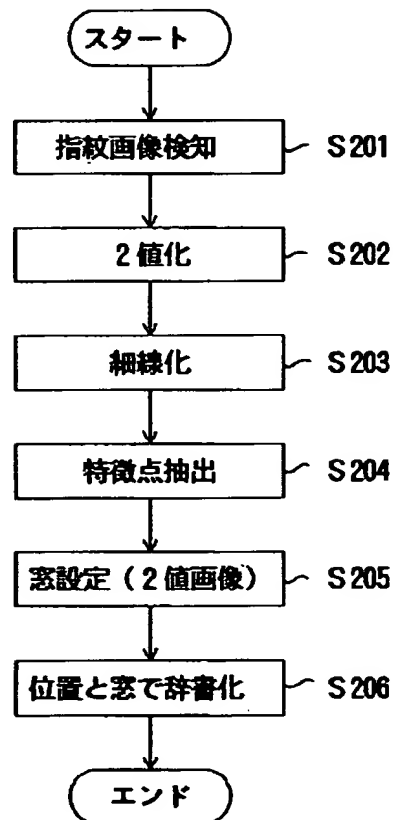
【図10】

最大曲率点抽出に用いるニューラルネットワークの
説明図



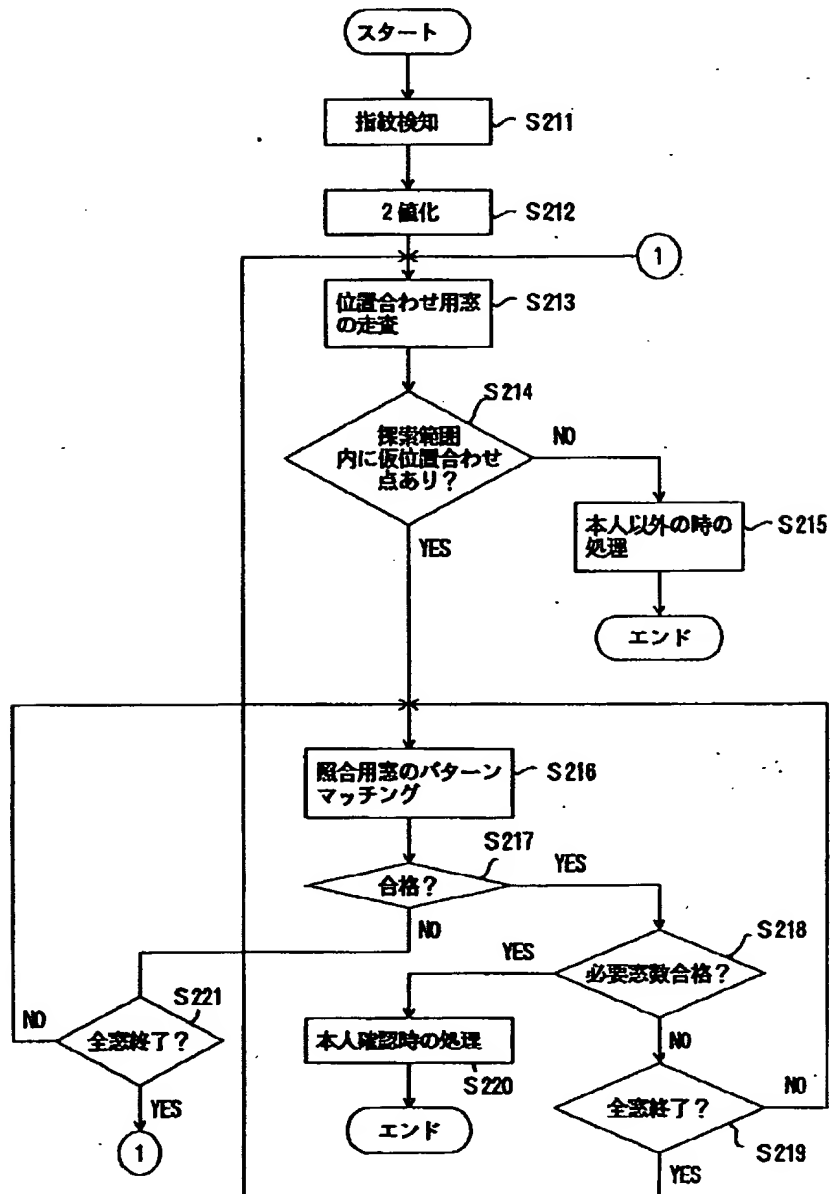
【図11】

従来のムービングウィンド法における指紋登録手順
を示すフローチャート



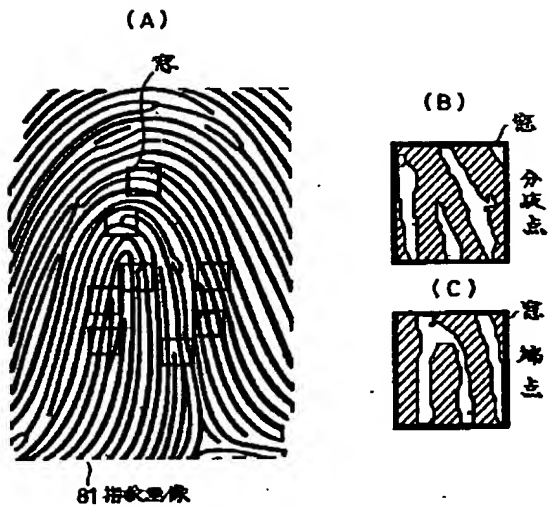
【図12】

従来のムービングウィンド法における指紋照合手順
を示すフローチャート



【図13】

特徴点の抽出と窓の説明図



【図14】

指紋符号の窓画像と位置合わせ窓によるパターンマッチングの説明図

